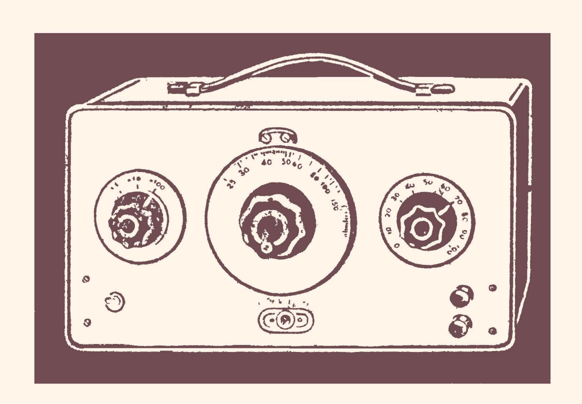


ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ГЕНЕРАТОРЫ И ОСЦИЛЛОГРАФЫ





ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗАВОДСКОГО ОСЦИЛЛОГРАФА ЭО-5

1. Питание. Напряжение питания 110—220 *в*. Частота питающего напряжения 50 *гц*. Потребляемая мощность 55 *вт*.

2. Габариты. Высота 360 *мм*. Ширина 207 *мм*. Длина 400 *мм*. Вес 16 *кг*.

3. Примененные лампы и их функции. Горизонтальный усилитель 6Ж7 (1 шт.). Вертикальный усилитель 6Ж7 (2 шт.). Генератор развертки 6Ж7, 6Ф6 и 6К7 (по 1 шт.). Катоднолучевая трубка ЛО-729 (1 шт.). Выпрямители 6Х5 (2 шт.).

4. Основные параметры. Чувствительность отклонения луча при входе через усилители при частоте 1 000 *гц*: по оси *Y* — 25 *мм/в*; по оси *X* — 25 *мм/в*.

Чувствительность отклонения луча при непосредственной подаче напряжения на пластины трубки: по оси *Y* — 0,85 *мм/в*; по оси *X* — 1 *мм/в*.

Диапазон частот генератора развертки 2 *гц* — 200 *кгц*.

Направление развертки — слева направо.

5. Вертикальный усилитель. Максимальное входное напряжение 250 *в*. Входное сопротивление 0,5 *мгом* параллельно с 60 *мкмкф*. Частотная характеристика плоская в диапазоне частот от 10 *гц* до 200 *кгц* при максимальном усилении. Коэффициент усиления 30.

6. Горизонтальный усилитель. Максимальное входное напряжение 250 *в*. Входное сопротивление 0,5 *мгом* параллельно с 50 *мкмкф*. Частотная характеристика плоская в диапазоне частот от 10 *гц* до 100 *кгц* при максимальном усилении. Коэффициент усиления 25.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗАВОДСКОГО СИГНАЛ-ГЕНЕРАТОРА СГ-1

Ультракоротковолновый сигнал-генератор типа СГ-1 предназначен для генерирования калиброванных по напряжению модулированных и немодулированных электромагнитных колебаний в широком диапазоне частот. Может применяться для испытания и настройки УКВ приемников.

1. Диапазон частот сигнал-генератора от 13 до 330 *мггц*. Он разбит на 5 поддиапазонов: 1) 13—22 *мггц*; 2) 22—50 *мггц*; 3) 50—120 *мггц*; 4) 120—240 *мггц* и 5) 240—330 *мггц*. Шкала конденсатора настройки проградуирована непосредственно в мегагерцах. Точность градуировки по частоте при нормальных условиях работы прибора $\pm 2\%$.

Окончание на 3 стр. обложки

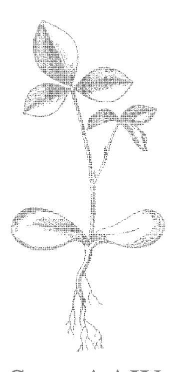
МАССОВАЯ РАДИО БИБЛИОТЕКА

ПОД ОБЩЕЙ РЕДАКЦИЕЙ АКАДЕМИКА А. И. БЕРГА

Выпуск 72

ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ГЕНЕРАТОРЫ И ОСЦИЛЛОГРАФЫ

(ЭКСПОНАТЫ 8-й ВСЕСОЮЗНОЙ ЗАОЧНОЙ РАДИОВЫСТАВКИ)





ГОСУДАРСТВЕННОЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО

МОСКВА 1950 ЛЕНИНГРАД

В брошюре приводятся описания сигнал-генераторов, частотно-модулированных генераторов, генераторов звуковой частоты и осциллографов, отмеченных призами и дипломами на 8-й Всесоюзной заочной радиовыставке.

Брошюра составлена В. В. Енютиным.

СОДЕРЖАНИЕ

Редактор **А. А. Бродский** Техн. редактор **С. Н. Бабочкин**

Сдано в набор 18/II 1950 г. Подписано к печати 13/VII 1950 г.
Бумага 82×108 1/32 = 1 1/8 бумажных — 3,69 п. л., уч.-изд. л. 4,5
Т-05902 Тираж 20 000 экз. Зак. 58

Типография Госэнергоиздата. Москва, Шлюзовая наб., 10

ОТ ИЗДАТЕЛЬСТВА

В процессе творческой и конструкторской работы радиолюбителям приходится часто пользоваться различной измерительной и контрольной аппаратурой. При современном состоянии радиотехники без такой аппаратуры нельзя не только наладить построенный приемник, но даже проверить и подобрать необходимые детали для намеченной конструкции.

Естественно поэтому, что радиолюбители с каждым годом представляют на всесоюзные радиовыставки все больше всевозможной измерительной аппаратуры. Наряду с высококачественными приемниками, сложными телевизионными установками, звукозаписывающими устройствами и т. п., радиолюбители создают измерительные приборы, нисколько не уступающие фабричным, и нередко вносят в свою работу новые идеи.

Характерной чертой 8-й Всесоюзной заочной радиовыставки является повышение качества измерительной аппаратуры. Для выставки разрабатываются новые схемы, конструктивное оформление приборов становится более тщательным и продуманным.

В одном выпуске «Массовой радиобиблиотеки» невозможно дать представление о всем многообразии этого раздела выставки. Поэтому мы останавливаемся лишь на наиболее интересных экспонатах, которые позволяют радиолюбителю хорошо наладить выполненную им конструкцию и получить от нее все, что она может дать. К таким приборам прежде всего относятся сигнал-генераторы, генераторы звуковой частоты, осциллографы, генераторы качающейся частоты и электронные коммутаторы.

Описания таких приборов, отмеченных призами и дипломами на 8-й Всесоюзной заочной радиовыставке, и приводятся в настоящей книге.

1. СИГНАЛ-ГЕНЕРАТОРЫ

Чтобы хорошо настроить приемник, необходимо иметь прибор, называемый сигнал-генератором. Это — генератор высокочастотных колебаний, которые модулированы какой-нибудь низкой частотой. Такой прибор представляет собой своеобразную передающую радиостанцию. Присоединяя сигнал-генератор к приемнику, можно точно и сравнительно легко настраивать контуры приемника на нужную частоту.

Начинающему радиолюбителю достаточно иметь простой по схеме и устройству сигнал-генератор, с небольшим числом ламп. Однако такой прибор не всегда может удовлетворить радиолюбителя квалифицированного. Ему нужен сигнал-генератор, дополненный делителем напряжения и измерителем выхода для того, чтобы определить чувствительность приемника и снять кривую его избирательности. Желательно, кроме того, располагать звуковым генератором, чтобы наладить низкочастотную часть приемника и снять ее частотную характеристику. Полезно также посмотреть на экране осциллографа резонансную кривую того или иного контура приемника.

Прибор с такими блоками становится универсальным, так как к основной схеме сигнал-генератора добавляются дополнительные части и лампы. Это усложнение окупается большим многообразием работ, которые могут быть выполнены с его помощью.

Именно такой универсальный прибор сконструировал львовский радиолюбитель К. В. Кравченко, отмеченный на 8-й Всесоюзной заочной радиовыставке призом. Построенный им прибор заключает в себе не только сигнал-генератор, но и кварцевый калибратор, генератор звуковой частоты, генератор с частотной модуляцией, ламповый вольтметр, измеритель глубины модуляции и апериодический детектор для прослушивания биений между основным или посторонним генератором и кварцевым генератором.

Более прост «Сервисный прибор» смоленского радиолюбителя А. К. Оксмана. Он представляет собой сигнал-генератор, модулированный постоянной звуковой частотой, и хороший ламповый вольтметр. В нем значительно меньше ламп, чем в генераторе К. В. Кравченко, — всего пять. Однако он позволяет измерять величины индуктивностей, емкостей и эквивалентных сопротивлений при резонансе. С ним можно не только настраивать приемники, но и подбирать элементы контуров, снимать те или иные характеристики и измерять напряжения.

Такой прибор вполне подходит для радиолюбителя средней квалификации.

Хорошей продуманностью и прекрасным выполнением отличается сигнал-генератор пензенского радиолюбителя К. К. Тычины. Он имет всего три лампы, причем стрелочный измерительный прибор в нем заменен оптическим индикатором — лампой 6Е5. В схему введен кварц, что дает возможность использовать прибор в качестве кварцевого калибратора. С помощью такого прибора можно также измерять индуктивности и емкости и, кроме того, резонансные частоты контуров. Прибор позволяет производить градуировку других сигнал-генераторов, для чего в нем имеется детектор-смеситель, работающий на биениях. Следует, однако, отметить, что отсутствие стрелочного измерительного прибора, показывающего величину выходного напряжения сигнала, не позволяет применить данный сигнал-генератор для снятия основных характеристик приемников.

Примерно те же результаты можно получить от сигнал-генератора, сконструированного львовским радиолюбителем Н. И. Смирновым. Однако по схеме он резко отличается от генератора А. К. Оксмана. Конструктор Н. И. Смирнов совместил в одном приборе два генератора высокой частоты и в качестве индикатора резонанса применил стрелочный измерительный прибор.

Интересен и сигнал-генератор, построенный львовским радиолюбителем Ю. Т. Величко. Автор поставил своей задачей сделать простейший прибор, который, кроме работы в качестве сигнал-генератора, давал бы возможность измерять индуктивности, емкости, а также сравнивать добротности контуров. Ему удалось осуществить это при очень простой схеме, имеющей только одну лампу, не считая выпрямительной, которую при желании можно заменить селеновым столбиком. Таким образом, вся схема прибора становится одноламповой. Хотя такой генератор и будет, конечно, создавать гармоники, однако простота схемы и дешевизна прибора делают его доступным для большинства начинающих радиолюбителей.

«Карманный сигнал-генератор», задуманный и осуществленный ленинградскими радиолюбителями В. И. Лазаревым и Н. К. Лукьянчиковым, отличается крайне малыми габаритами. Это — действительно «карманный» прибор. В отличие от обычных сигнал-генераторов он дает не одну какую-либо частоту, а целый спектр их. Звук от этого сигнал-генератора слышен при любой настройке приемника. По силе звука в громкогово-

рителе при прохождении настройки по диапазонам приемника можно судить о чувствительности и усилении на том или ином участке диапазона и тем самым получить представление о качестве настройки приемника. Такой генератор очень прост. Он не имеет ни контуров, ни ручек настройки. Все его детали состоят из сопротивлений, конденсаторов и ламп. Единственная ручка управления — это регулятор уровня выхода сигнала. Несмотря на простоту, такой прибор может принести большую пользу радиолюбителю при проверке и налаживании приемника.

Качество звучания приемника зависит не только от того, насколько хорошо работают каскады усиления низкой частоты, но и от работы других каскадов, и в первую очередь от полосы пропускания каскадов промежуточной частоты и усилителя высокой частоты. Для хорошего звучания полоса пропускания должна быть достаточно широка и иметь столообразную форму.

Резонансную кривую того или иного каскада приемника часто снимают, пользуясь сигнал-генератором и электронным вольтметром. Но это — очень кропотливая работа. Обнаружив, что контуры приемника не дают должной полосы пропускания, их перестраивают и вновь производят необходимые измерения. При этом очень трудно установить, как и в какой степени тот или иной контур или деталь схемы влияет на настройку или форму резонансной кривой.

Здесь большую пользу приносят осциллограф и генератор качающейся частоты. Эти приборы дают возможность непосредственно наблюдать те явления, которые происходят в приемнике. Они как бы отражаются на экране осциллографа и создают соответствующее зрительное представление.

Генератором качающейся частоты называется генератор, который дает частоту, отклоняющуюся от своего некоторого значения в ту и другую сторону на определенное число килогерц. При этом отклонение должно происходить с определенной частотой, обычно с частотой в 50 *гц*. К числу таких приборов относится «Частотно-модулированный генератор», разработанный пензенским радиолюбителем Ю. И. Медведевым. Стремление упростить частотно-модулированный генератор побудило московского радиолюбителя А. Е. Абрамова разработать схему и конструкцию простого генератора качающейся частоты, который по существу служит только приставкой к обычному сигнал-генератору и осциллографу. Эта приставка имеет всего лишь две лампы, собрана из простейших стан-

дартных деталей и дает возможность производить визуальные наблюдения резонансной кривой контуров.

Подробные описания конструкций сигнал-генераторов и генераторов качающейся частоты приводятся ниже.

ГЕНЕРАТОР СТАНДАРТНЫХ СИГНАЛОВ

(экспонат К. В. Кравченко, Львов)

Генератор стандартных сигналов, сконструированный львовским радиолюбителем К. В. Кравченко, состоит из следующих частей:

1) основного генератора колебаний высокой частоты с диапазоном от 50 *кгц* до 27 *мггц*, дающего возможность получить на выходе как немодулированные, так и модулированные колебания напряжением от 1 *мкв* до 1 *в*;

2) кварцевого калибратора, служащего для градуировки и проверки основного генератора и позволяющего проверить и отградуировать любой другой генератор высокой частоты; кварцевый калибратор дает спектр частот через каждые 1 000 и 100 *кгц*;

3) генератора звуковой частоты, дающего 17 фиксированных частот в пределах от 100 до 9 000 *гц*; он используется как для модуляции основного высокочастотного сигнала, даваемого генератором, так и для проверки низкочастотного тракта приемника;

4) генератора с частотной модуляцией (так называемого свипп-генератора или генератора качающейся частоты), который используется для снятия резонансных кривых контуров высокой частоты с помощью электроннолучевого осциллографа;

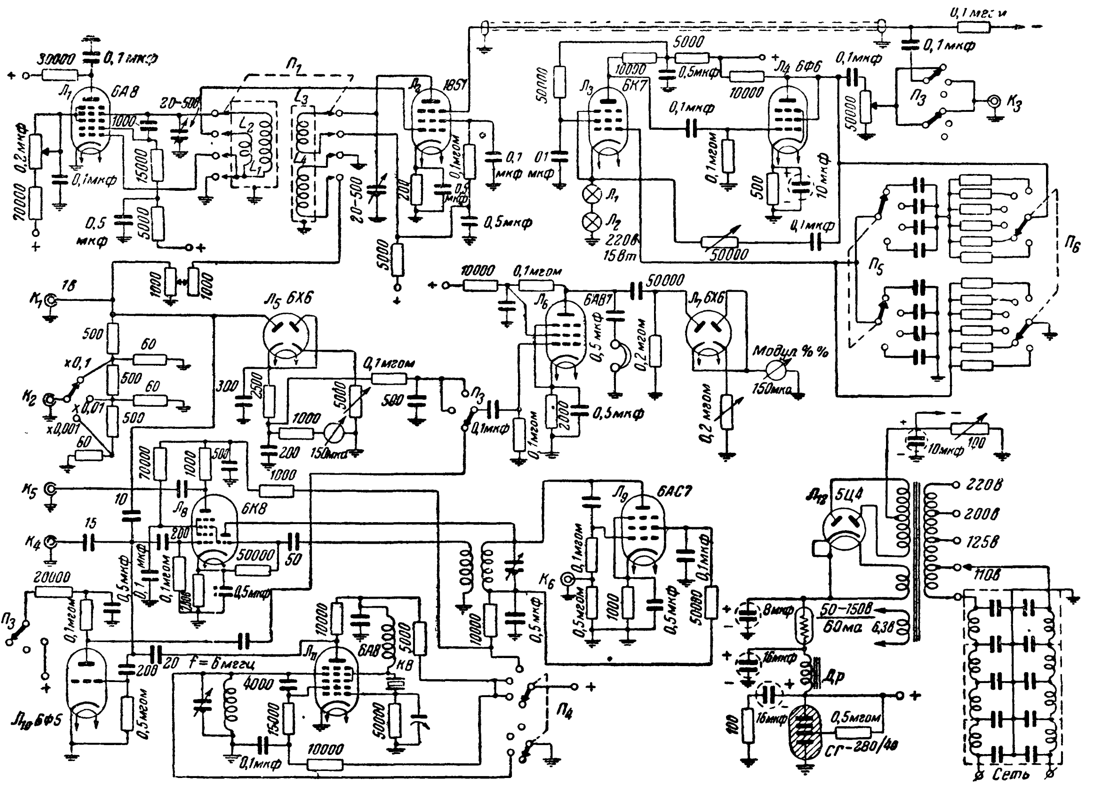
5) лампового вольтметра диодного типа, служащего для установки напряжения на делителе выхода сигнал-генератора;

6) измерителя глубины модуляции — модулометра, дающего возможность контролировать глубину модуляции в генераторе;

7) апериодического сеточного детектора, служащего для прослушивания биений между кварцевым генератором и основным генератором или посторонним источником высокой частоты и позволяющего тем самым производить проверку или градуировку шкал генераторов;

8) стабилизированного выпрямителя, питающего все цепи схемы.

Принципиальная схема сигнал-генератора показана на фиг. 1.



Фиг. 1. Принципиальная схема генератора стандартных сигналов К. Р. Кравченко.

Основной генератор

В схему основного сигнал-генератора входят две лампы. Первая — $Л_1$ — типа 6А8, работает в задающем генераторе, собранном по транзитронной схеме. В цепь ее четвертой сетки включен колебательный контур, состоящий из конденсатора переменной емкости и одной из катушек L_1. Контур через катушку L_2 связан с цепью сетки следующей усилительной лампы.

В анодной цепи лампы $Л_2$ находится второй контур, также состоящий из конденсатора переменной емкости и одной из катушек L_3. С каждой из контурных катушек L_3 связана катушка L_4, напряжение с которой подается на делитель выходного напряжения и ламповый вольтметр.

Оба контурных конденсатора сидят на одной оси. Контурные катушки переключаются с помощью общего переключателя. В комплект каждого поддиапазона входят четыре катушки.

Контурные катушки установлены на вращающемся барабане. При его повороте комплект катушек подключается к пружинящим контактам и фиксируется в этом положении. На качество переключателя следует обратить особое внимание. При плохих контактах или при недостаточном прилегании соединительных пластинок к контактам катушек работа прибора будет нарушена. Это — больное место у переключателей барабанного типа. При желании переключатель барабанного типа можно заменить обычным переключателем на четыре положения.

Режим работы генератора высокой частоты должен быть выбран таким, при котором на делителе было бы напряжение, равное 1 *в*. При такой его величине легко определить напряжение, которое будет подаваться на выходные зажимы в любом положении ступенчатого делителя напряжения.

Регулировка напряжения, подводимого к делителю, производится с помощью изменения напряжения на экранной сетке лампы $Л_1$.

Звуковая частота, необходимая для модуляции генератора, подается на пентодную сетку усилительной лампы $Л_2$. Наибольшая глубина модуляции — около 60%.

Начальное отрицательное напряжение на пентодную сетку лампы $Л_2$ подается с сопротивления, включенного в общий минусовый провод выпрямителя.

Плавный делитель напряжения, состоящий из двух спаренных переменных сопротивлений, позволяет изменять напряже-

ние в пределах 1 : 10. Движки этих сопротивлений соединены вместе так, что при уменьшении одного сопротивления второе увеличивается. Скачкообразный делитель напряжения в свою очередь изменяет напряжение в отношении 1 : 10, 1 : 100 и 1 : 1 000 (выход K_2). Напряжение с плавного делителя (величиной от 0,1 до 1 *в*) подается на специальный выходной зажим K_1.

Генератор звуковой частоты

Генератор звуковой частоты собран по схеме *RC* на двух лампах: 6К7 и 6Ф6 ($Л_3$ и $Л_4$). Изменение частоты генератора производится двумя переключателями $П_5$ и $П_6$, которые подключают к схеме различные емкости и сопротивления. Величины емкостей подобраны так, чтобы частота изменялась в отношении 5 : 1, 10 : 1, 15 : 1 и при включении наибольшей емкости была равна 100, 200, 300, 400, 500 и 600 *гц*.

Действующая частота генератора определяется перемножением величин, обозначенных на шкалах обоих переключателей. Всего можно получить 17 различных частот.

В катодную цепь лампы 6К7 включены в качестве катодного сопротивления две лампочки накаливания 220 *в*, 15 *вт*. Они служат своего рода барепгерами, поддерживающими постоянство амплитуды колебаний, даваемых генератором.

Выход генератора включен на потенциометр, который дает возможность регулировать глубину модуляции. Движок потенциометра с помощью переключателя $П_3$ может быть подан также на зажим «внешняя модуляция», используемый в этом случае как выходной зажим генератора звуковой частоты. В третьем положении переключателя $П_3$ включаются цепи вспомогательного сеточного детектора ($Л_{10}$) для прослушивания частоты биений в случае применения кварцевого калибратора.

Кварцевый генератор

Для того чтобы иметь возможность в любое время проверить точность градуировки основного генератора, а также производить градуировку любой другой аппаратуры, в схему описываемого прибора введен специальный кварцевый генератор на лампе $Л_{11}$ (6А8). Основная частота генератора — 1 000 *кгц* — обеспечивается кварцевой пластинкой *КВ*. Кроме того, пластинка дает частоту в 100 *кгц*. Гармоники, а также комбинационные частоты дают спектр со строго установленными интервалами между отдельными частотами. Этот спектр

и используется для калибровки и проверки шкал основного генератора высокой частоты.

В схему собственно кварцевого генератора на сопротивлениях входят только первая и третья сетки 6А8. Вторая же и четвертая сетки используются в генераторе при частоте в 100 *кгц*, работающем по транзитронной схеме. Благодаря внутренним емкостным связям и связи через общий электронный поток получается захватывание транзитронного генератора кварцевым, что и обеспечивает стабилизацию его частоты. Напряжение снимается с анодного сопротивления и через конденсатор в 20 *мкмкф* подается на сетку лампы вспомогательного детектора $Л_{10}$ (*6Ф5*) и на отдельное гнездо K_4, куда может быть подан сигнал и от испытуемого генератора.

Переключатель $П_4$ дает возможность включать весь генератор или только его кварцевую часть. Это позволяет получить спектр частот и через 100 *кгц* и через 1 000 *кгц*.

Генератор с частотной модуляцией

Генератор с частотной модуляцией дает возможность получать так называемую «качающуюся» частоту. Он используется для того, чтобы наблюдать на экране осциллографической трубки резонансные кривые контуров, кривые селективности и т. п. Этот блок состоит из двух частей: генератора и частотного модулятора.

Генератор работает на лампе $Л_8$ (*6К8*), которая выполняет также функцию смесителя. Для генератора, собранного по схеме с индуктивной связью, используется триодная часть лампы. Основная частота генератора около 6 *мггц*.

Гексодная часть этой лампы является смесителем, на управляющую сетку которого через плавный делитель напряжения подаются колебания от основного генератора. В результате сложения колебаний в анодной цепи получаются разностная и суммарная частоты, которые используются в качестве сигнала, подаваемого на исследуемый контур. Амплитуда этого сигнала регулируется с помощью плавного регулятора.

Частотная модуляция осуществляется реактивной лампой $Л_9$, в качестве которой используется лампа 6АС7. Она присоединена параллельно колебательному контуру, подключенному к триодной части лампы $Л_8$. Реактивная составляющая (емкость), вносимая лампой, изменяется в зависимости от пилообразного напряжения, подаваемого на сетку 6АС7 от развертывающего устройства осциллографа через зажим K_6. Это обеспечивает автоматическую синхронизацию хода луча осцил-

лографа с изменением частоты генератора. Величина подаваемого напряжения регулируется потенциометром, который помещается вне описываемого прибора.

Напряжение с анода лампы 6К8 подается через емкость к специальному контакту $К_5$.

С помощью напряжения, подаваемого на сетку лампы 6АС7 от генератора развертки осциллографа, можно регулировать изменение частоты в пределах от 0 до ± 100 *кгц*, что вполне достаточно для различных исследований приемников.

Ламповый вольтметр

Для того чтобы иметь возможность контролировать напряжение на выходе основного генератора, в приборе установлен ламповый вольтметр — лампа $Л_5$ (6Х6). В катодную цепь ее левого диода включен прибор постоянного тока с чувствительностью в 150 *мка*.

Модулометр

Напряжение высокой частоты детектируется левым диодом лампы $Л_5$. Полученные колебания низкой (модулирующей) частоты подаются через переключатель $П_3$ на сетку лампы $Л_6$, с помощью которой они усиливаются. Далее усиленная низкая частота подается на диод второго лампового вольтметра (лампа $Л_7$ типа 6Х6). Она служит измерителем глубины модуляции.

Модулометр позволяет вести непрерывный контроль за глубиной модуляции.

Усилительная лампа модулометра $Л_6$ используется также в качестве усилителя низкой частоты при прослушивании биений, для чего переключателем $П_3$ ее управляющая сетка переключается на анод сеточного детектора 6Ф5 ($Л_{10}$). В этом случае в анодную цепь включаются телефонные трубки.

Выпрямительная часть

Выпрямительная часть собрана на кенотроне 5Ц4. Для уменьшения влияния колебаний напряжения сети на режим работы прибора применен неоновый стабилизатор типа СГ-280/40 совместно с бареттером. Анодное напряжение поддерживается равным 210 *в* $\pm 0{,}5\%$. Фильтр выпрямителя состоит из дросселя *Др* и двух конденсаторов по 16 *мкф*. За барретером включен еще один конденсатор емкостью в 8 *мкф*.

Чтобы сигнал не проходил через осветительную сеть, она подведена к силовому трансформатору через фильтр, состоящий из четырех звеньев, причем каждое из них смонтировано в отдельном экране.

Детали

Данные сопротивлений и конденсаторов указаны на схеме. Величины сопротивлений и конденсаторов, находящихся в цепи настройки звукового генератора, подбираются опытным путем при налаживании прибора.

Комплект контурных катушек для генератора высокой частоты взят от фабричной аппаратуры. Контурные катушки задающего генератора должны быть хорошо экранированы от катушек усилителя высокой частоты. В качестве контурных катушек можно использовать катушки любого типа из числа описанных в других конструкциях. Катушки связи L_2 и L_4 имеют примерно 1/4—1/5 часть витков основных контурных катушек.

Катушки размещены на вращающемся барабане, и соединение с ними осуществляется пружинными ламелями.

Такие переключатели не вполне надежны, так как со временем качество контакта у них ухудшается. Поэтому радиолюбителю, решившему собрать такой генератор, лучше применить переключатель обычного типа, а катушки расположить неподвижно.

Силовой трансформатор применен старого типа завода «Радиофронт». Обмотка накала у него перемотана на 6,3 *в*.

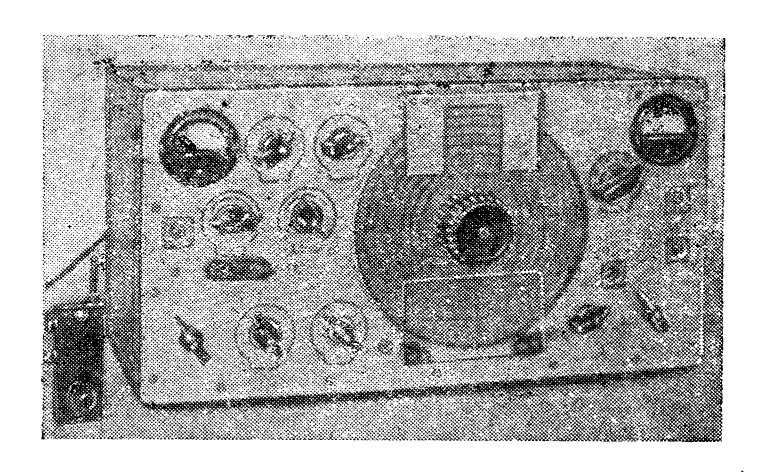
Конструкция

Общий вид и внутреннее устройство прибора показаны на фиг. 2 и 3. Смонтирован прибор на металлическом шасси и металлической же передней панели.

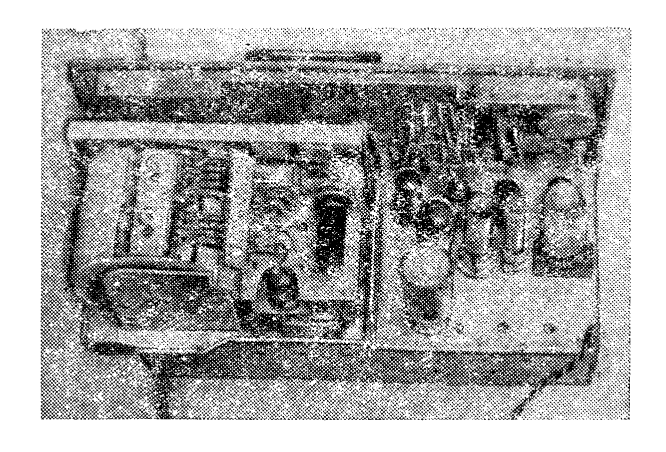
Ручка настройки снабжена большой круглой шкалой с нанесенными на ней значениями частот в килогерцах и мегагерцах и длин волн в метрах. Перед шкалой помещена пластинка из авиастекла с визиром.

Особое внимание обращено на экранировку как отдельных частей, так и прибора в целом. Прибор заключен в металлический ящик.

Как показали испытания, уход частоты по истечении одного часа работы при частоте 1 000 *кгц* составляет не более 1 *кгц*.



Фиг. 2. Общий вид генератора стандартных сигналов К. В. Кравченко.



Фиг. 3. Внутреннее устройство генератора стандартных сигналов К. В. Кравченко.

гармоники при проверке на приборе лабораторного типа составили всего около 0,5% на диапазоне 50—150 *кгц*.

Таким образом, прибор отличается хорошей формой кривой даваемого им напряжения и высокой стабильностью частоты.

СЕРВИСНЫЙ ПРИБОР

(экспонат А. К. Оксмана, Смоленск)

Сервисный прибор, построенный А. К. Оксманом, состоит из следующих частей:

1) Сигнал-генератора с плавным диапазоном частот от 100 *кгц* до 22 *мггц*;

2) лампового вольтметра со шкалами на: 1,5; 5; 50 и 150 *в*;

3) устройства для измерения индуктивностей, емкостей и эквивалентных сопротивлений контуров при резонансе.

С помощью прибора можно производить следующие операции и измерения:

1) измерение индуктивности катушек различных типов;

2) измерение емкостей от 5 *мкмкф* до нескольких тысяч микромикрофарад;

3) измерение эквивалентного сопротивления контура при резонансе;

4) настройку радиоприемников;

5) снятие характеристик чувствительности приемника;

6) снятие кривых избирательности приемника в целом и каждого контура в отдельности;

7) измерение напряжений высокой частоты до 150 *в*;

8) измерение напряжений звуковой частоты;

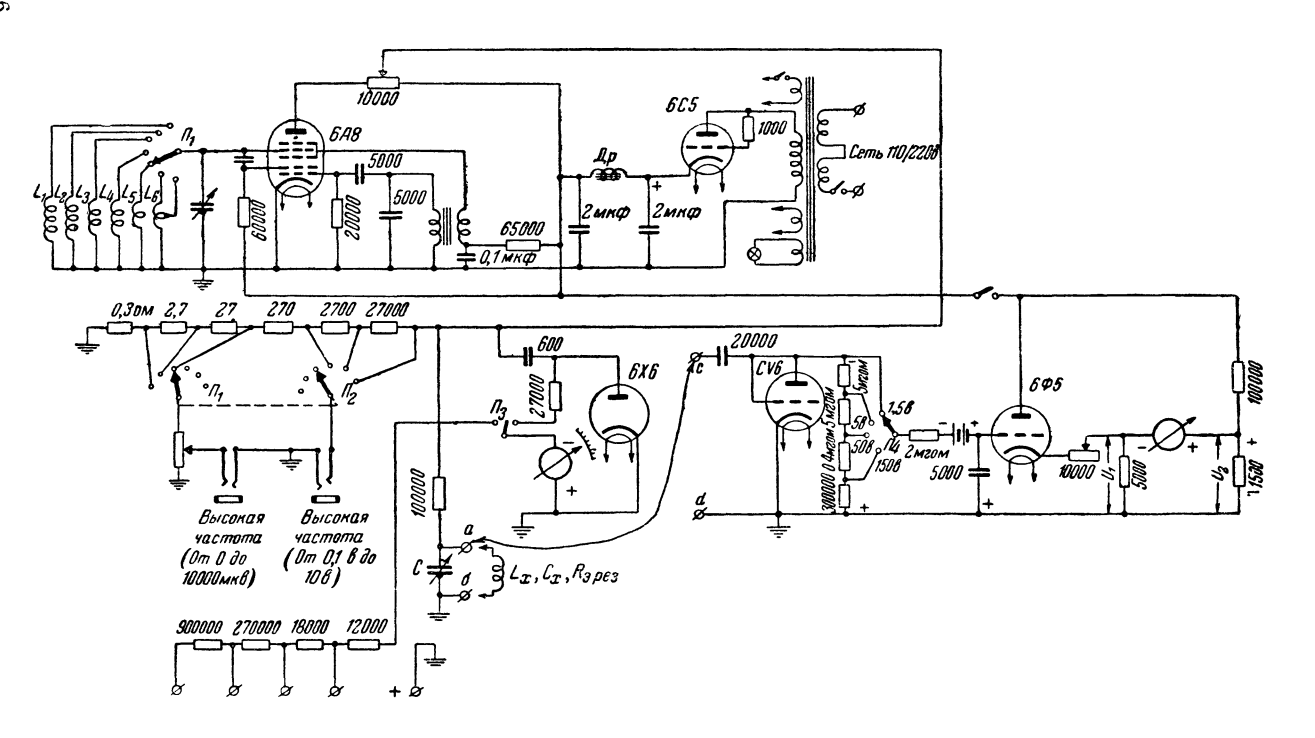
9) измерение постоянных напряжений по шкалам до 6, 15, 150 *в*.

Кроме того, зная эквивалентное сопротивление измеряемого контура, легко вычислить его затухание и добротность.

Принцип работы прибора

Сигнал-генератор — однокаскадный (фиг. 4) собран по транзитронной схеме на лампе 6А8. Он дает модулированные колебания высокой частоты. Напряжение с потенциометра 10 000 *ом* в аноде лампы 6А8 подается на делитель напряжения, состоящий из шести сопротивлений (0,3, 2,7, 27, 270, 2 700 и 27 000 *ом*). Общее сопротивление делителя 30 000 *ом*.

Делитель позволяет уменьшить напряжение высокой частоты на выходе генератора скачкообразно в 10, 100, 1 000, 10 000 и 100 000 раз. Кроме того, возможно и дальнейшее


6А8
10000
6С5
1000
Сеть 110/220в
$П_1$
L_1
L_2
L_3
L_4
L_5
L_6
60000
20000
5000
5000
65000
0,1мкф
Др
2мкф
2мкф
0,3ом
2,7
27
270
2700
27000
600
27000
6Х6
$П_1$
$П_2$
$П_3$
Высокая частота (От 0 до 10000мкв)
Высокая частота (От 0,1 в до 10 в)
100000
a
б
C
$L_x, C_x, R_{э рез}$
900000
270000
18000
12000
20000
CV6
5мгом
5 мгом
4мгом
300000
5в
50в
150в
1,5в
$П_4$
2мгом
5000
d
6Ф5
10000
U_1
5000
U_2
1530
100000

уменьшение с помощью плавного делителя сопротивлением в 2 000 *ом*. Чтобы определить величину напряжения высокой частоты на выходном гнезде, нужно показания обоих делителей и катодного вольтметра перемножить.

Катодный вольтметр собран по параллельной схеме на лампе 6Х6. Прибор в цепи гридлика потребляет ток в 500 *мка* на всю шкалу. Стрелочный прибор катодного вольтметра используется также для измерения постоянных напряжений, со шкалами на 6, 15, 150 и 600 *в*. Переключение прибора для измерений на постоянном токе производится переключателем $П_3$.

В сервисном приборе предусмотрен второй катодный вольтметр для измерения посторонних напряжений высокой частоты и звуковой частоты. Он собран по двухламповой схеме. Входное сопротивление его — порядка 3 *мгом* на звуковых частотах, а на высоких частотах определяется входной емкостью лампы.

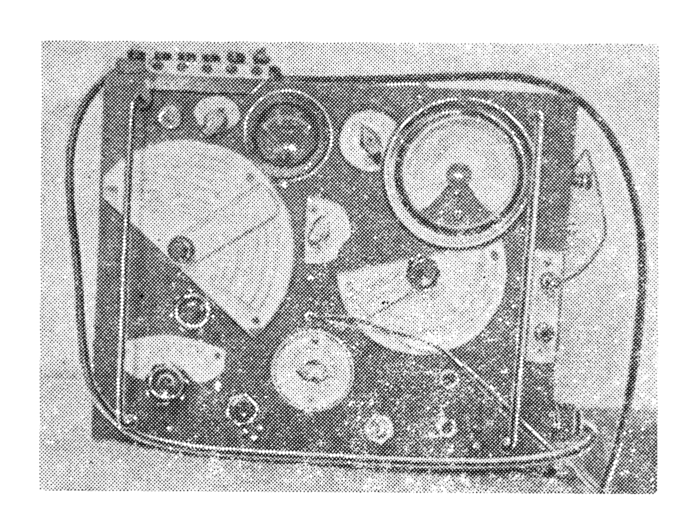
Первый каскад собран на УКВ триоде CV6 и работает, как детектор. Второй каскад, собранный на лампе 6Ф5, работает усилителем постоянного тока.

Установка нуля прибора производится реостатом, находящимся в катоде лампы 6Ф5 (10 000 *ом*). Реостат в 5 000 *ом* устанавливается один раз и его величину изменяют лишь при смене лампы.

Когда напряжения на входе нет, то лампа 6Ф5 отперта и на сопротивлении в 5 000 *ом* будет напряжение U_1, которое уравновешивает напряжение U_2, вследствие чего стрелка прибора не отклоняется. При наличии напряжения на входе вольтметра на сетку лампы 6Ф5 попадает отрицательное напряжение и ток лампы уменьшается. Соответственно уменьшается и U_2, благодаря чему равновесие нарушается и стрелка прибора дает отклонение.

Переключение шкал вольтметра производится переключателем $П_4$. Батарея в сеточной цепи взята от карманного фонаря. Питание всех каскадов производится от выпрямителя на лампе 6С5. Силовой трансформатор — на пластинах типа Ш-20. Мощность его 25 *вт*.

Для измерения индуктивностей генератор настраивается на одну из следующих частот: 300 *кгц*, 1 *мггц*, 4 или 10 *мггц* соответственно тому, по какой шкале конденсатора настройки *С* измеряется индуктивность. Измерение индуктивности производится резонансным методом. Напряжение от генератора через сопротивление в 100 000 *ом* поступает на контур, состоящий из конденсатора *С* и измеряемой индуктивности. Момент резонанса определяется по шкале 5 *в* или 1,6 *в* лампового



Фиг. 5. Общий вид сервисного генератора А. К. Оксмана.

вольтметра, измеряющего напряжение на контуре. Шкала конденсатора *C* проградуирована в микрогенри и миллигенри.

При измерении емкости к конденсатору *C* в точках *а* и *б* подключают какую-либо катушку. Конденсатор *C* настраивают в резонанс по ламповому вольтметру. Замечают по шкале его емкость и подключают измеряемый конденсатор. Затем выводят конденсатор *C* до получения резонанса и замечают его второе показание. Измеряемая емкость будет равна разности показаний. Если измеряемая емкость больше, чем 400 *мкмкф*, то ее надо соединить последовательно с меньшей известной емкостью и измерить их общую величину, а затем вычислить неизвестную емкость.

Измерение эквивалентного сопротивления производится следующим образом. Напряжение генератора, измеряемое вольтметром с лампой 6Х6, распределяется на сопротивлении в 100 000 *ом* и на эквивалентном сопротивлении контура. Второй (двухламповый) вольтметр измеряет напряжение на контуре. Если, например, первый вольтметр показывает 5 *в*, а второй — 2,5 *в*, то напряжение высокой частоты распределяется поровну на сопротивлении и контуре. В таком случае эквивалентное сопротивление контура также составляет 100 000 *ом*. На приборе лампового вольтметра для этой цели нанесена шкала с величинами эквивалентного сопротивления.

При снятии характеристик приемника на его вход подается напряжение от генератора высокой частоты по двум проводам. Они заканчиваются штепселем, который вставляют в гнездо *«Высокая частота»*. Приемник настраивают на сигнал генератора. Напряжение звуковой частоты на выходе приемника измеряется вторым ламповым вольтметром. Расстраивая генератор высокой частоты, можно снять кривые избирательности и полосу пропускания приемника.

Градуировка генератора может быть произведена по высококачественному приемнику, но лучше использовать заводской сигнал-генератор в радиоклубе. Ламповые вольтметры из-за отсутствия приборов отградуированы по расчетам, что, естественно, создает погрешности при измерениях. Градуировка емкости конденсатора *C* произведена мостиком, а градуировка шкал для индуктивности — расчетом.

Монтаж прибора

Прибор смонтирован в железном ящике размером 380 × 300 × 115 *мм*. Все шкалы и ручки управления размещены на передней панели. Расположение их видно на фиг. 5, где показан общий вид сервисного прибора.

СИГНАЛ-ГЕНЕРАТОР

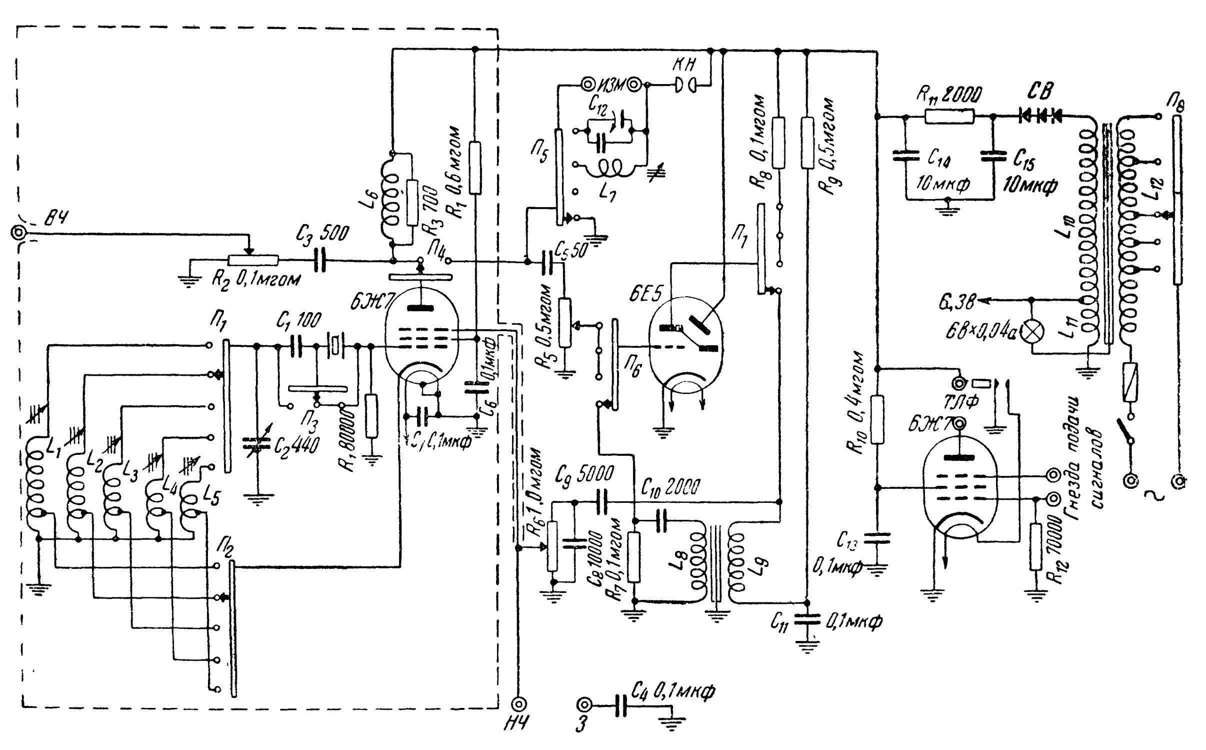
Экспонат К. К. Тычины, г. Пенза

Генератор имеет плавный диапазон от 100 до 20 000 *кгц*. Применение кварца на 1 000 *кгц* превращает прибор в калибратор, дающий опорные точки через 1 000 *кгц*.

С помощью данного сигнал-генератора можно также измерять индуктивности в пределах от 1 *мкгн* до 25 *мгн*, емкости от 1 до 5 000 *мкмкф* и частоты контуров от 100 до 20 000 *кгц*. Указанные пределы измерений удовлетворяют практические потребности радиолюбителя. Большие величины *L* и *C* можно измерить по гармоникам.

Схема

Высокочастотный генератор (фиг. 6) работает на лампе 6Ж7 по схеме с катодной связью. Весь диапазон частот разбит на пять поддиапазонов. В сеточную цепь генераторной лампы включена кварцевая пластина с собственной частотой на 1 000 *кгц*. При работе генератора на плавном диапазоне частот, а также при измерениях емкости и индуктивности, кварц закорачивается переключателем $П_3$.С помощью переключателя



Фиг. 6. Схема сигнал-генератора К. К. Тычины.

$П_4$, объединенного с $П_3$, анод лампы подключается либо к потенциометру, с которого снимается напряжение высокой частоты (гнездо ВЧ), либо к гнездам для измерений «ИЗМ».

При измерениях переключатель $П_5$ подключает к аноду лампы эталоны емкости C_{12} или индуктивности L_7 или же холостой контакт для определения резонансной частоты. При этом измеряемые L или C, присоединенные к гнездам «ИЗМ», образуют с соответствующими эталонами контур. На нем при резонансе с частотой генератора появляется наибольшее напряжение высокой частоты. Это напряжение через C_5 подается на потенциометр R_5, подвижной контакт которого соединен с сеткой индикатора 6Е5. Увеличение отрицательного напряжения на ее сетке вызывает сужение теневого сектора. Потенциометр R_5 позволяет подобрать самое выгодное напряжение на сетке 6Е5 при различных частотах.

С помощью переключателей $П_6$ — $П_7$ лампа 6Е5 переводится из режима индикатора в режим генератора низкой частоты. Из анодной цепи 6Е5 через C_9 напряжение низкой частоты подается на потенциометр R_6, который служит для изменения глубины модуляции. Подвижной контакт R_6 соединен с антидинатронной сеткой лампы *6Ж7* и выходным гнездом низкой частоты (НЧ).

Свободное место в корпусе генератора позволило вмонтировать еще одну лампу — 6Ж7. Ее можно использовать в качестве смесителя при градуировке с помощью ГСС, при проверке гетеродина приемника по нулевым биениям и при настройке генератора на частоту кварца (в телефоне слышен модулированный сигнал). Сигналы подаются на управляющую и пентодную сетки лампы. Так как смесителем пользоваться приходится редко, то включение накала лампы производится автоматически при включении вилки телефона. Гнезда подачи сигналов и телефона выведены на заднюю стенку прибора. Там же находятся гнезда сети и переключатель напряжения сети $П_8$.

Выпрямитель у генератора однополупериодный с силовым трансформатором; кенотрон в нем заменен селеновым столбиком. Переключатель $П_8$ переключает сетевую обмотку силового трансформатора, в зависимости от напряжения сети, на 220—200—125—110—90 *в*.

Детали

Детали применены как самодельные, так и фабричные, причем последние подверглись переделке, как, например, переключатели, верньер, C_2, кнопка и др.

Катушки контуров намотаны на фарфоровых каркасах диаметром 13 *мм* и снабжены магнетитовыми сердечниками.

Данные катушек:

L_1 — 700 витков ПЭШО 0,1 с отводом от 190-го витка, намотка «Универсаль», 3 секции.

L_2 — 200 витков ПЭШО 0,14 с отводом от 50-го витка, «Универсаль», 1 секция.

L_3 — 70 витков ПЭШО 0,14 с отводом от 20-го витка, «Универсаль», 1 секция.

L_4 — 35 витков ПЭ 0,35 с отводом от 8-го витка, однослойная плотной намотки.

L_5 — 8 витков ПЭ 1,0 с отводом от 3,5, намотка принудительным шагом в 1 *мм*.

L_7 — 160 витков литцендрат на каркасе диаметром 7 *мм*, «Универсаль», 2 секции.

L_6 — дроссель высокой частоты; он намотан на гетинаксовой трубке диаметром 11 *мм* и состоит из двух частей: коротковолновой, имеющей цилиндрическую намотку на расстоянии 35 *мм*, с принудительным шагом 0,3 *мм*, и длинноволновой из семи секций, причём число витков в секциях уменьшается при переходе к коротковолновой части. Провод применен ПЭ 0,1; в длинноволновой части провод намотан до заполнения секций.

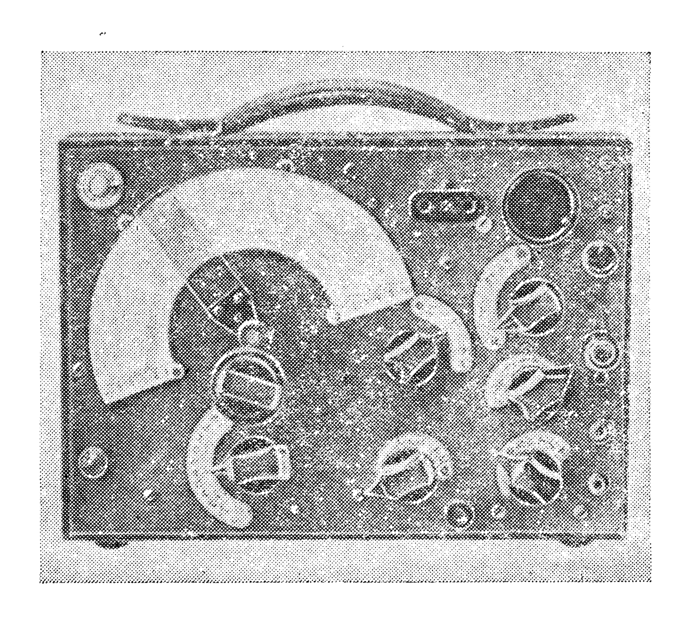
Эталонная емкость равна 100 *мкмкф*. Она составлена из емкости монтажа, конденсатора постоянной емкости в 11 *мкмкф* и полупеременного в 50 *мкмкф*.

Индуктивность эталона выбрана в 500 *мкгн*. Это расширяет диапазон измерений и относительно равномерно распределяет значения емкостей по шкале.

Трансформатор низкой частоты намотан на сердечнике сечением 1,8 *см*². Первичная обмотка L_8 имеет 4 500 витков, а вторичная L_9 — 2 000 витков. Обе намотки сделаны проводом ПЭ 0,1.

Силовой трансформатор имеет сердечник в 4,2 *см*². Сетевая обмотка L_{12} имеет 2 640 витков с отводами от 1 080, 1 320, 1 500 и 2 400 витков; провод — ПЭ 0,18. Повышающая обмотка L_{10} — 3 500 витков ПЭ 0,1 и обмотка накала ламп L_{11} — 84 витка ПЭ 0,5.

Для подключения измеряемых деталей имеются два проводника длиной 9 *см*, снабженных пружинящими наконечниками. Провод для подачи высокочастотного сигнала одет в броню, прикрытую сверху оплеткой. Генератор включают в



Фиг. 7. Общий вид сигнал-генератора К. К. Тычины.

сеть посредством двухжильного кабеля в резиновой изоляции с двумя вилками на концах.

Монтаж высокочастотных деталей выполнен посеребренным проводом, остальных деталей — проводом в изоляции.

Конструкция

Генератор имеет габариты 255 × 176 × 115 *мм*. Высокочастотная часть собрана на отдельном шасси, на котором сверху размещены: лампа, переключатели $П_3 — П_4$, переменный конденсатор и кварц. Внизу находятся: переключатели диапазонов $П_1 — П_2$, катушки, высокочастотный дроссель, конденсаторы C_6 и C_7 и потенциометр R_5. Блок катушек закрыт экраном 150 × 120 × 100 *мм*, кромка которого для более надежного контакта прижата к панели рамкой из дюраля.

Высокочастотный блок крепится четырьмя винтами к передней панели на некотором расстоянии от ее края. В промежутке между панелями помещен верньер типа 6Н-1 для конденсатора C_2. Четыре алюминиевых пластины, скрепленные передней панелью, образуют каркас, в котором крепятся все остальные детали.

На лицевой части панели (фиг. 7), в верхнем левом углу, находится кнопка с надписью «нажать при изм», она обесто-

чивает гнезда при подключении измеряемых деталей и замыкает цепь анодного напряжения при измерении. Внизу красным стеклом прикрыта лампочка (индикатор включения) и шкала, на которой нанесены частоты по диапазонам:

I	100 — 245	*кгц*
II	235 — 720	„
III	680 — 2 200	„
IV	2 000 — 6 200	„
V	6 000 — 20 000	„

Стрелка сделана из плексигласа. Вращение оси переменного конденсатора осуществляется сдвоенной ручкой верньера. Под верньером выходит ось переключателя диапазонов. Правее шкалы сверху помещены гнезда для включения измеряемых деталей. Ниже выходит ось переключателя $П_3 — П_4$ на три положения Кварц — ГСС — ИЗМ. Еще ниже находится ручка потенциометра R_2, а рядом с ней — гнездо ВЧ.

В правом верхнем углу расположено отверстие для наблюдения за индикатором. Оно прикрыто плексигласом и небольшим цилиндром (из лампового цоколя) для удобства наблюдения (уменьшается влияние посторонних источников света). Правее расположен переключатель сети, а ниже его — ручка переключателя ($П_5 — П_6 — П_7$) на четыре положения: $L — C — f$ — НЧ. Еще ниже находится ручка потенциометра R_5; правее ее — предохранитель; вниз — потенциометр R_6, справа от которого расположены два гнезда: верхнее НЧ, нижнее *З*.

Измерения производятся следующим образом. После того как включена сеть, к гнездам посредством проводников присоединяют измеряемые детали. Переключатель $П_3 — П_4$ ставят в положение ИЗМ, а переключатели $П_5 — П_6 — П_7$ — в положение, соответствующее виду измерения.

Ручку R_5 устанавливают в среднее положение. Затем левой рукой нажимают кнопку и, следя за индикатором, проходят верньером диапазон. В момент резонанса наблюдается резкое сужение сектора лампы 6Е5. Индикатор отмечает также и гармоники, но они значительно слабее, так что основная частота определяется сравнительно легко. При резонансе не следует добиваться полного сужения сектора, а оставляя угол в 15—20° и слегка поворачивая верньер в обе стороны от резонансного положения, обнаруживают наибольшее сужение. Величины L или C определяют по графикам, а частоту — непосредственно по шкале настройки генератора.

Измерения резонансным методом дают возможность определять величины L и C с погрешностью до 1—2%, что вполне допустимо в радиолюбительских условиях.

СИГНАЛ-ГЕНЕРАТОР И ИЗМЕРИТЕЛЬ L И C

(экспонат Н. И. Смирнова, Львов)

В конструкторской работе радиолюбителя особенную ценность представляет прибор, который дает возможность без всяких вычислений и формул определить величину емкости конденсаторов, индуктивности катушек и той частоты, на которую настроен контур. Если же такой прибор сочетается с сигнал-генератором, то он позволяет произвести значительную часть всех измерений, необходимых при постройке и налаживании приемника.

Прибор, сконструированный Н. И. Смирновым, выполняет несколько функций. Он является одновременно:

1) сигнал-генератором;
2) измерителем частоты высокочастотных контуров;
3) измерителем емкости конденсаторов;
4) измерителем индуктивности катушек;
5) кварцевым калибратором.

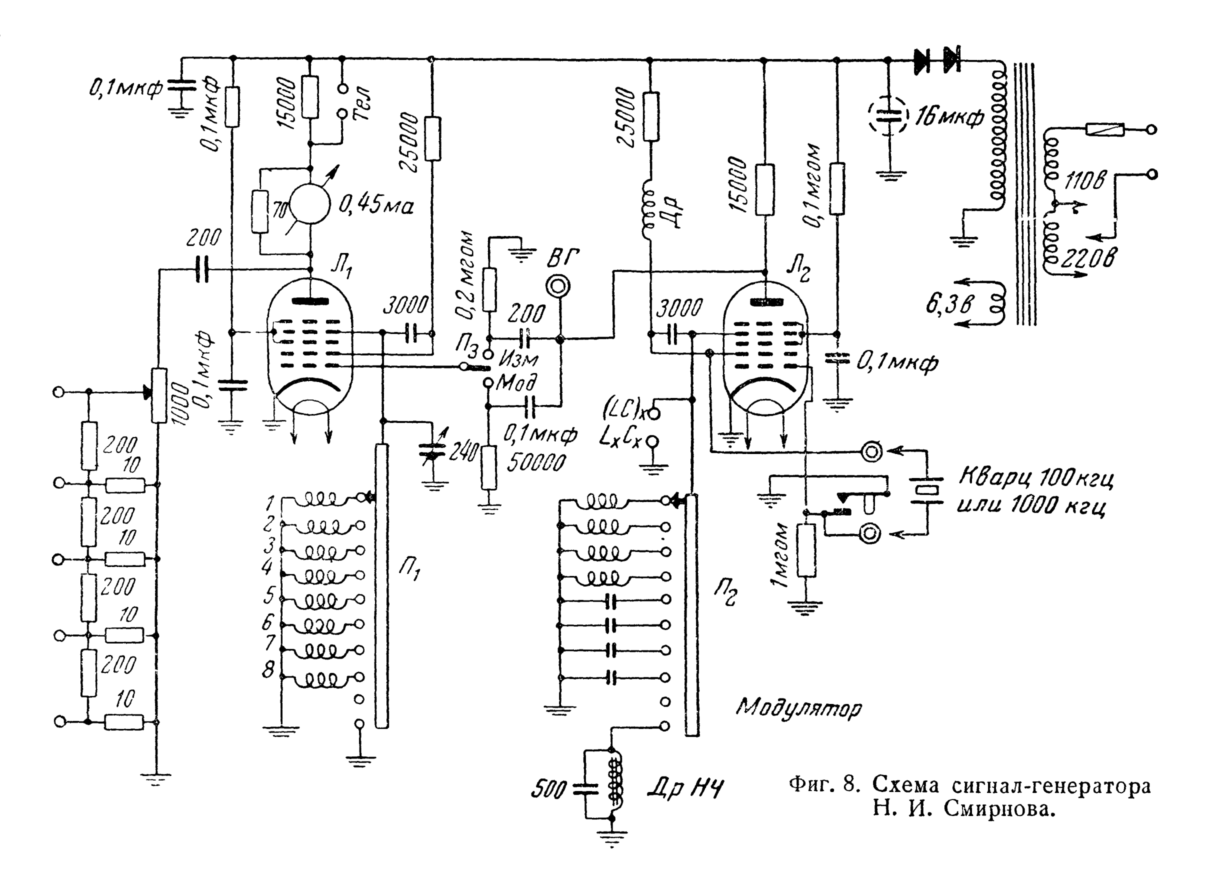
Такое сочетание функций удалось получить благодаря совмещению в одном приборе двух генераторов высокой частоты. Оба генератора собраны по транзитронной схеме. В них применены лампы типа 6А8. Одна из ламп работает генератором высокой частоты, а вторая служит генератором модулирующей частоты 400 *гц*. Схема прибора показана на фиг. 8.

Генератор колебаний высокой частоты имеет восемь поддиапазонов, создающих частоты от 100 *кгц* до 25,6 *мггц*. Переключение диапазонов осуществляется переключателем $П_1$. Катушки генератора намотаны на каркасах диаметром 12 *мм* и имеют высоту 11 *мм*. На каждой из них расположено по три секции, разделенных бортиками высотой по 3 *мм*.

Данные катушек помещены в таблице, на стр. 27.

Каждая катушка заключена в магнетитовый кожух размером 23 × 23 *мм*. Внутри находится магнетитовый сердечник диаметром 7 *мм*, который перемещается по нарезке в середине его. Такие магнетитовые каркасы используются в различной заводской аппаратуре.

Конденсатор гетеродина дает перекрытие по частоте, равное 1 : 2. Верньер конденсатора имеет замедление 1 : 185.



Фиг. 8. Схема сигнал-генератора Н. И. Смирнова.

№ по пор.	Диапазон	Число витков	Провод	Алюминиевый экран размером в *мм*
1	100— 200 кгц	570	ПЭШО 0,12	23×21×21
2	200— 400 „	295	ПЭШО 0,12	23×21×21
3	400— 800 „	150	литцендрат	23×21×21
4	800—1 600 „	78,5	„	45×36×25
5	1 600—3 200 „	39,5	„	45×36×25
6	3,2—6,4 мгц	19,5	„	45×36×25
7	6,4—12,8 „	10	„	45×36×25
8	12,8—25,6 „	4,5	„	45×36×25

При измерении частоты контура его подключают к схеме второго генератора, который создает колебания некоторой частоты, зависящей от данных контура. Эта частота, складываясь с колебаниями основного генератора, дает нулевые биения обоих генераторов. Индикатором нулевых биений служит миллиамперметр или телефон в цепи анода сигнал-генератора. Частота, на которую настроен измеряемый контур, определяется по шкале сигнал-генератора, имеющей соответствующую градуировку.

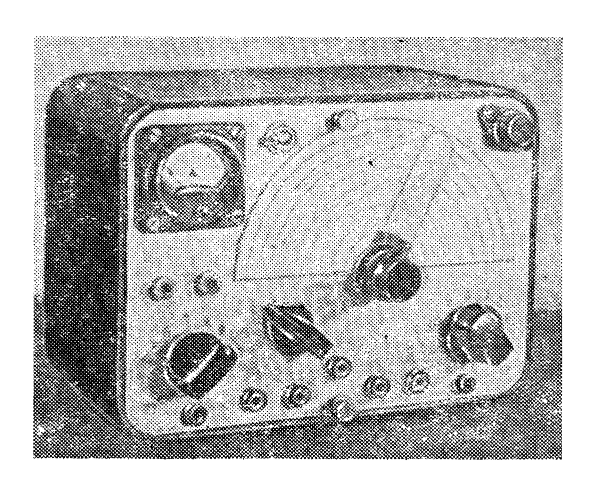
При измерении емкости конденсатора последний соединяют с одной из четырех катушек второго гетеродина с помощью переключателя $П_2$. По нулевым биениям, получающимся при этом, замечают частоту на шкале сигнал-генератора, а по ней определяют величину емкости, пользуясь заранее составленным графиком.

Катушки индуктивности, входящие в схему второго генератора, по конструкции идентичны катушкам сигнал-генератора. Их данные таковы:

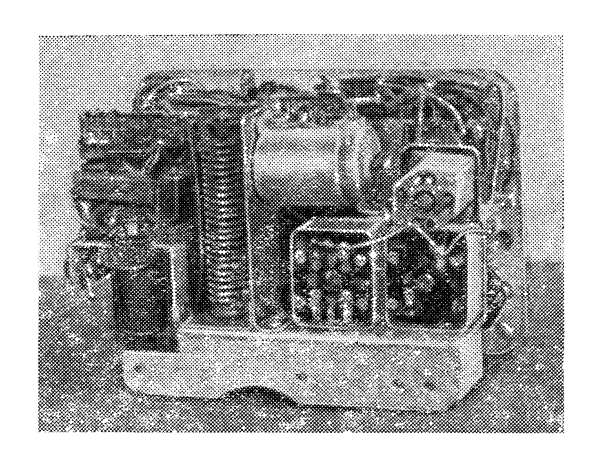
Катушка 1	имеет	20	витков,	провод	литцендрат
Катушка 2	„	80	„	„	
Катушка 3	„	200	„	„	ПЭШО 0,12
Катушка 4	„	550	„	„	ПЭШО 0,12

Все катушки помещены в алюминиевых экранах.

Чтобы измерить индуктивность, катушку включают в схему вспомогательного гетеродина параллельно одной из следующих емкостей: 25, 100, 250 или 500 *мкмкф*. Переключение этих емкостей производят с помощью переключателя $П_2$. На шкале сигнал-генератора замечают частоту, которая дает нулевые биения. В соответствии с этой частотой по графику определяют величину самоиндукции измеряемой катушки.



Фиг. 9. Внешний вид сигнал-генератора Н. И. Смирнова.



Фиг. 10. Внутреннее устройство генератора Н. И. Смирнова.

При включении кварцевой пластины, имеющей соответствующую частоту колебаний в 100 или 1 000 *кгц*, вспомогательный гетеродин превращается в кварцевый калибратор. Калибратор дает возможность при градуировке сигнал-генератора или настраиваемого приемника получить с гнезд ВГ

необходимые частоты для калибровки через 100 или 1 000 *кгц* вплоть до 25,6 *мггц*.

Длительная эксплоатация этого прибора показала, что он вполне удовлетворяет практическим потребностям радиолюбителя.

Внешний вид собранного прибора показан на фиг. 9, а внутреннее его устройство — на фиг. 10.

Прибор смонтирован на алюминиевом шасси размером 195 × 140 × 100 *мм* и помещен в дубовый полированный ящик размером 225 × 150 × 110 *мм*. Вес прибора около 2 *кг*.

ПРОСТОЙ СИГНАЛ-ГЕНЕРАТОР

(экспонат Ю. Т. Величко, Львов)

Задачей Ю. Т. Величко было сконструировать предельно простой и дешевый прибор. По замыслу автора он должен был работать не только как обычный сигнал-генератор, но и как:

а) генератор низкой частоты 100 *гц*;

б) абсорбционный волномер;

в) измеритель емкости конденсаторов, а также собственной емкости и индуктивности катушек;

г) прибор для сравнения добротности двух колебательных контуров.

Схема

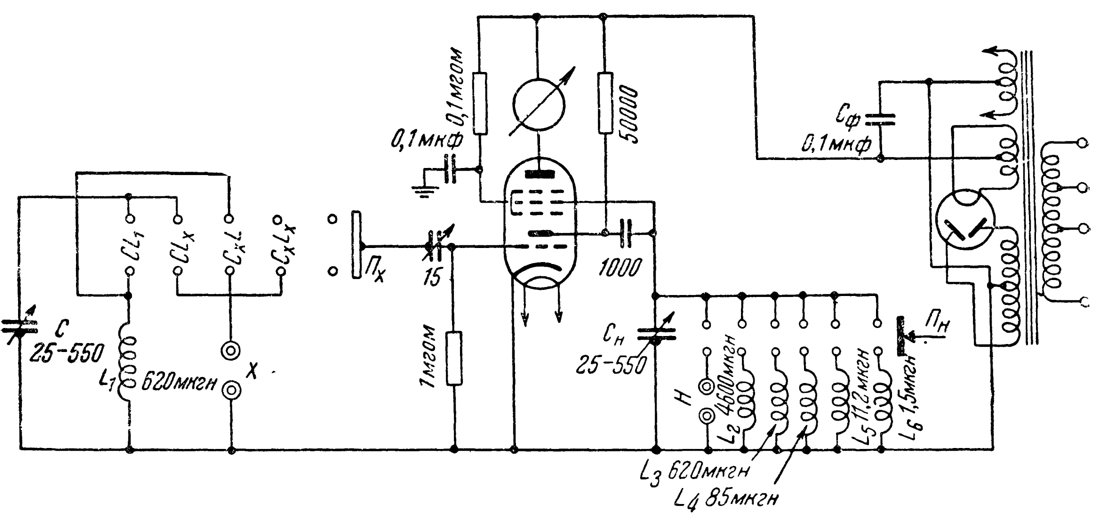
Соответственно с указанными требованиями схема прибора (фиг. 11) очень упрощена. В нее входят:

а) двухполупериодный выпрямитель на лампе ВО-188, который дает нефильтрованное анодное напряжение для генераторной лампы и одновременно выполняет функции генератора низкой частоты 100 *гц* (конденсатор $C_ф$ служит только для подгонки глубины модуляции). При несущей частоте 200 *кгц* для получения 70% модуляции емкость конденсатора равна 0,1 *мкф*.

б) Транзитронный генератор на лампе СО-183. Его конденсатор с комплектом катушек $L_2 — L_6$ перекрывает диапазон от 100 *кгц* до 15 *мггц*. Добавочной катушкой, включаемой в гнездо H, диапазон можно расширить.

в) Абсорбционный выход с контрольным колебательным контуром CL_1. Величину элементов контура можно правильно подобрать с помощью переключателя, включая извне конденсаторы и катушки в гнезда.

г) Индикатор резонанса в виде миллиамперметра на 2 *ма*.



Фиг. 11. Схема простого сигнал-генератора Ю. Т. Величко.

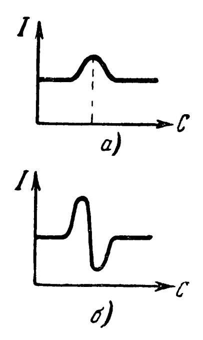
Пользование прибором

1. Сигнал-генератор дает высокочастотные колебания, модулированные частотой 100 *гц* от нефильтрованного анодного напряжения. При работе его входной щуп вставляют в гнездо X, переключатель $П_x$ ставят в положение C_xL_x. Настройку генератора производят скачкообразно переключением $П_н$ и плавно—конденсатором $C_н$. Напряжение выхода регулируют конденсатором C.

2. Генератор низкой частоты 100 *гц*. Переключатель $П_н$ ставят в положение 0, а переключатель $П_x$ — в положение C_xL_x. Низкочастотные колебания получаются на гнезде H. При этом амплитуда звукового напряжения на выходе не изменяется.

3. Волномер. Если собственная частота колебательного контура, включенного в первую сетку лампы СО-183 на клеммы C_xL_x равна собственной частоте колебательного контура, включенного в четвертую сетку, или гармонике этой частоты, то при изменении емкости конденсатора C отмечают резонанс по отклонению прибора. Резонансная кривая будет иметь вид: при сильной связи, осуществляемой конденсатором C, — фиг. 12,*а* и при слабой связи — фиг. 12,*б*. Желательно работать при наиболее слабой связи, тогда ошибки будут минимальными. Отклонение стрелки прибора при резонансе с первой гармоникой получается самым сильным. При резонансе со следующими гармониками отклонение стрелки соответственно уменьшается.

4. Измерение емкости конденсаторов в пределах до 500 *мкмкф*. Наиболее легкий способ измерения емкостей — это метод замещения конденсатора C неизвестным конденсатором C_x, включенным в гнездо X при положении переключателя на C_xL. Переключатель генератора ставят на второй диапазон (620 *мкгн*) и добиваются резонанса, как при волномере. Тогда емкость конденсатора C будет равна измеряемой емкости C_x.



Фиг. 12. Вид резонансной кривой.

5. Измерение индуктивности катушек. Катушку с неизвестной индуктивностью L_x и собственной емкостью C_0 включают в гнездо X. Переключатель $П_x$ ставят в положение CL_x, добиваясь двух резонансов:

а) при какой-нибудь одной частоте f_1 и соответствующей ей величине емкости конденсатора C (равной C_1);

б) при другой частоте f_2 и другой соответствующей ей емкости конденсатора C (равной C_2). Тогда L_x и C_0 можно получить, пользуясь формулами:

$$L_x = \frac{1}{4\pi^2} \cdot \left(\frac{1}{f_2^2} - \frac{1}{f_1^2}\right) \cdot \frac{1}{C_2 - C_1}$$

и

$$C_0 = \frac{C_2 f_2^2 - C_1 f_1^2}{f_1^2 - f_2^2}.$$

Эти вычисления значительно упрощаются, если первую частоту взять в 2 раза большей, чем вторую. Тогда:

$$L_x = \frac{3}{4\pi^2 f_1^2} \cdot \frac{1}{C_2 - C_1}$$

и

$$C_0 = \frac{C_2 - 4C_1}{3}.$$

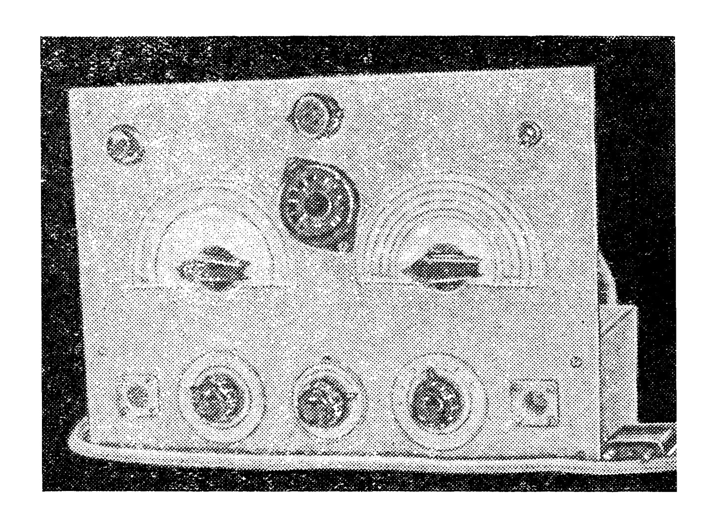
6. Сравнение добротности двух колебательных контуров. Контуры включают поочередно в гнездо X, а переключатель $П_x$ ставят в положение $C_x L_x$. По отклонению индикатора во время резонанса „на минимум“ при постоянной связи (постоянном положении конденсатора C) можно судить о добротности колебательного контура сравнительно с добротностью эталонного колебательного контура.

С помощью указанного прибора можно проверять элементы высокочастотных контуров не только перед их установкой в приемник, но и в смонтированном приемнике.

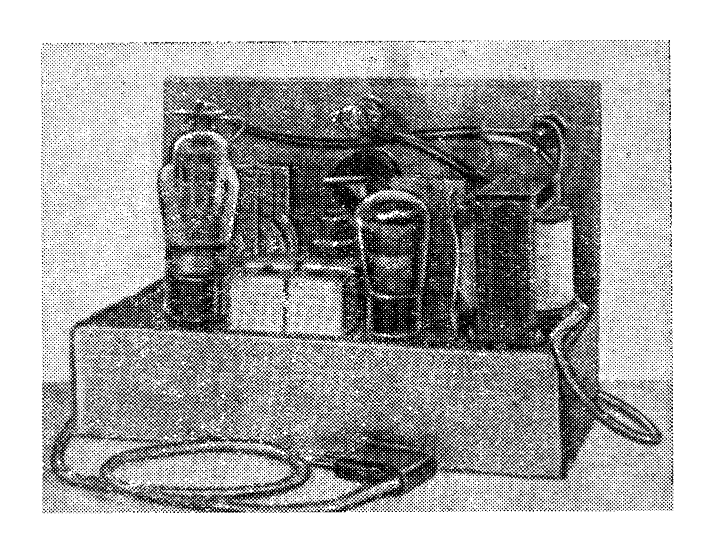
Схема и конструкция прибора настолько просты, что при достаточно хорошем качестве деталей он должен сразу же заработать.

Общий вид прибора показан на фиг. 13, а его внутреннее устройство — на фиг. 14.

Следует отметить, что лампа СО-183, включенная по транзитронной схеме, работает значительно лучше других ламп, в том числе и лампы 6А8.



Фиг. 13. Общий вид сигнал-генератора Ю. Т. Величко.



Фиг. 14. Внутреннее устройство простого сигнал-генератора.

КАРМАННЫЙ СИГНАЛ-ГЕНЕРАТОР

(экспонат В. И. Лазарева и Н. К. Лукьянчикова, Ленинград)

Сигнал-генератор, разработанный и построенный ленинградскими радиолюбителями В. И. Лазаревым и Н. К. Лукьянчиковым, представляет собой симметричный мультивибратор, работающий полностью на переменном токе. Основные достоинства такого прибора — простота действия, дешевизна и компактность.

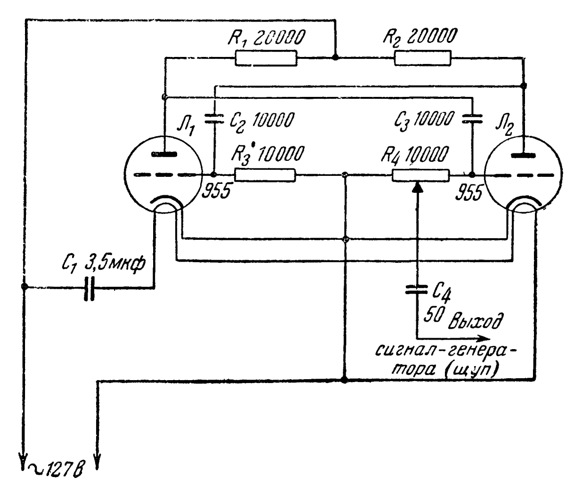
Схема и устройство

Принципиальная схема сигнал-генератора представлена на фиг. 15.

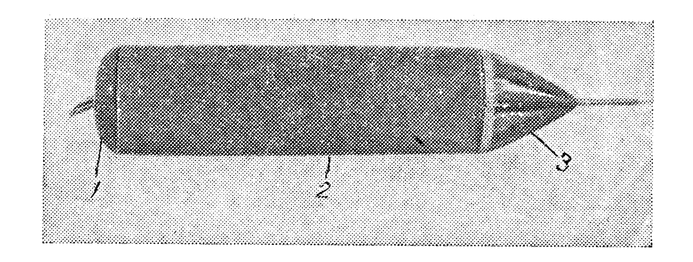
Как известно, мультивибратор, помимо своей основной частоты, дает большое число гармоник. В данной конструкции основная частота составляет 2,5 *кгц*, а гармоники образуют спектр частот до 20 *мггц* через каждые 2,5 *кгц*.

Получающееся напряжение высокой частоты снимается с переменного сопротивления R_4, которое служит главным делителем напряжения, и через конденсатор C_4 подается на вход проверяемого приемника или какого-либо из его каскадов.

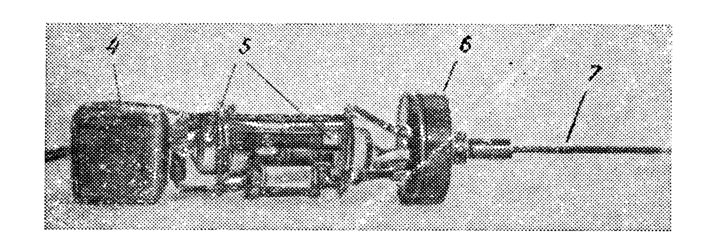
Нити накала ламп соединены последовательно и включены через конденсатор C_1, который играет роль гасящего сопротивления.



Фиг. 15. Схема карманного сигнал-генератора В. И. Лазарева и Н. К. Лукьянчикова.



Фиг. 16. Общий вид карманного сигнал-генератора.



Фиг. 17. Внутреннее устройство карманного сигнал-генератора.

Карманный сигнал-генератор (фиг. 16) смонтирован в корпусе (2) от электролитического конденсатора на 10 *мкф*, диаметром 35 *мм* и длиной 120 *мм*.

Использование триодов «желудей» типа 955 (*5* на фиг. 17), которые занимают очень мало места, позволило сильно сократить габариты всего устройства. Можно также применить лампу типа 6Н7 или СО-243, но это увеличит габариты прибора вследствие большего размера баллонов ламп и гасящего конденсатора в цепи накала.

Выходной потенциометр R_4 (*6*) смонтирован на дне корпуса и укреплен гайкой. Ось потенциометра просверлена насквозь, и через это отверстие выпущен щуп *7* сигнал-генератора.

Конденсаторы в цепи накала, составляющие емкость C_1, для уменьшения габаритов вынуты из своих коробочек и собраны в пакетик 4, который перевязан эксцельсиоровой лентой.

На носовую часть карманного сигнал-генератора надет эбонитовый конус *3*, который служит ручкой выходного потенциометра. Этот конус насажен на ось потенциометра, а в сквозное отверстие конуса пропущен щуп прибора. На нижней

части конуса нанесены деления, а на корпусе прибора сделана риска.

Сопротивления и конденсаторы смонтированы вокруг желудей. Весь монтаж обмотан эксцельсиоровой лентой и помещен в корпусе.

Нижняя часть сигнал-генератора закрыта эбонитовой крышкой *1*, через которую пропущен шнур для включения прибора в сеть.

Работа с карманным сигнал-генератором

1. Определение поврежденного каскада приемника. От приемника отключают антенну и последовательно, начиная от выходного каскада, касаются щупом прибора управляющих сеток ламп каждого каскада приемника. Регулятор громкости приемника должен быть установлен на максимальную громкость. Регулятор выхода сигнал-генератора устанавливается на наибольший уровень сигнала, а по мере продвижения ко входу приемника уровень уменьшается.

Слушая на динамик, можно обнаружить поврежденный каскад.

Отсутствие сигнала на выходе приемника при присоединении генератора к какому-либо каскаду указывает, что этот каскад неисправен.

2. Проверка усиления каскадов приемника. Пересоединяя щуп сигнал-генератора от выходного каскада приемника до антенны, выходной потенциометр прибора поворачивают в сторону уменьшения уровня сигнала. Если уровень на входе и выходе каскада одинаков, то это означает, что каскад не дает усиления.

3. Проверка сопряжения контуров приемника по всем диапазонам. Щупом сигнал-генератора дотрагиваются до зажима антенны. Переменным конденсатором приемника постепенно проходят по всем трем диапазонам и слушают на динамик. Так как гармоники сигнал-генератора следуют через каждые 2,5 *кгц*, то в динамике должен быть слышен звук на всех диапазонах. Плохое сопряжение контуров приемника можно определить по ослаблению или пропаданию звука в динамике.

Кроме перечисленных примеров использования карманного сигнал-генератора, этот прибор может быть весьма полезен при налаживании катодного осциллографа, каскадов высокой частоты, усилителей низкой частоты и при многих других вспомогательных работах.

ЧАСТОТНО-МОДУЛИРОВАННЫЙ ГЕНЕРАТОР

(экспонат Ю. И. Медведева, г. Пенза)

Для получения хорошей частотной характеристики приемника каскады усиления промежуточной частоты должны иметь достаточную полосу пропускания, с одинаковым усилением по всей этой полосе. Иными словами, резонансная кривая должна иметь столообразную форму.

Настройка приемника с помощью одного только генератора, модулированного по амплитуде, не всегда позволяет получить необходимую равномерность усиления по всей полосе.

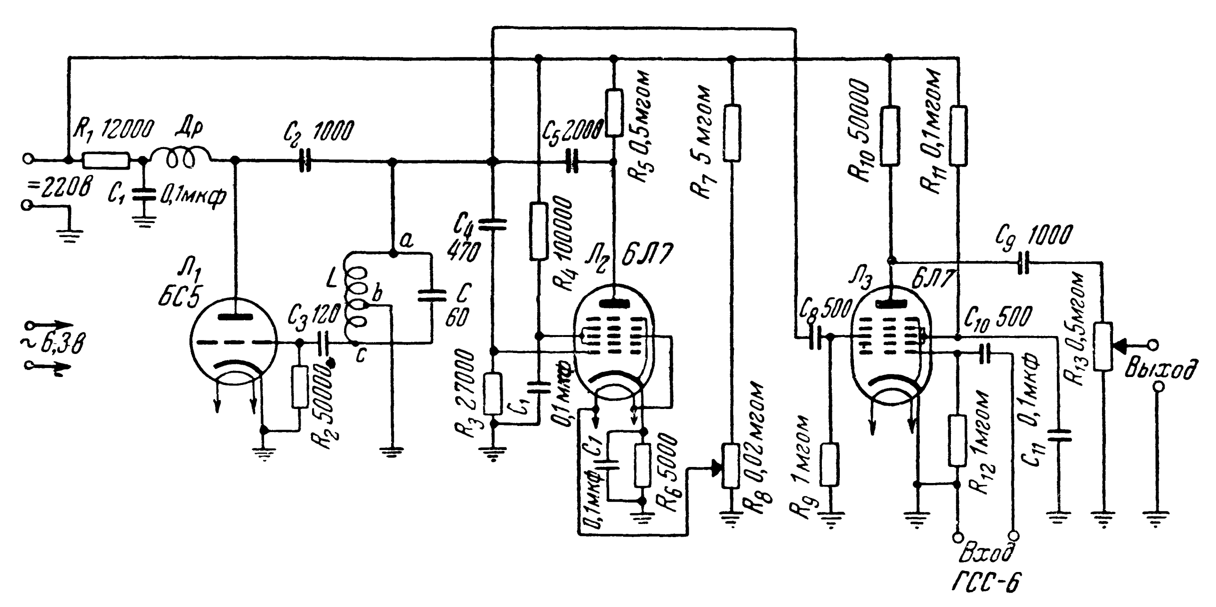
Если в распоряжении радиолюбителя или клубной лаборатории имеется осциллограф, то для настройки можно использовать визуальный метод. Этот способ упрощает процесс настройки и позволяет подобрать наилучшую форму резонансной кривой. Однако для него необходим дополнительный прибор — частотно-модулированный сигнал-генератор. Такой генератор сконструирован пензенским радиолюбителем Ю. И. Медведевым.

Прибор состоит из генератора с частотой 1 000 *кгц*, модулированного по частоте, и смесителя.

Генератор собран по трехточечной схеме на лампе 6С5 (фиг. 18). Параллельно точкам *ав* контура *LC* генератора включена анодная цепь реактивной лампы $Л_2$. Одновременно напряжение контура, снимаемое с сопротивления R_3, действует на сетку этой лампы. Благодаря такому включению напряжение на сетке лампы оказывается сдвинутым по фазе по отношению к напряжению на аноде приблизительно на четверть периода, а переменная составляющая анодного тока почти совпадает по фазе с сеточным напряжением. Вследствие этого реактивная лампа 6Л7 действует подобно емкости, включенной параллельной точкам *ав*. Модуляция частоты производится током частотой в 50 *гц*, подаваемым на сетку из цепи накала. Необходимая частота девиации в 10 *кгц* устанавливается регулировкой сопротивления R_8.

Эти колебания подаются на третью сетку смесительной лампы $Л_3$. На первую сетку этой лампы подаются колебания внешнего генератора, например от ГСС-6. В результате на выходе смесителя получается разность частот, необходимых для настройки приемника.

Вход осциллографа подключают к сопротивлению нагрузки второго детектора исследуемого приемника. На экране осциллографа отклонение по горизонтали будет пропорционально



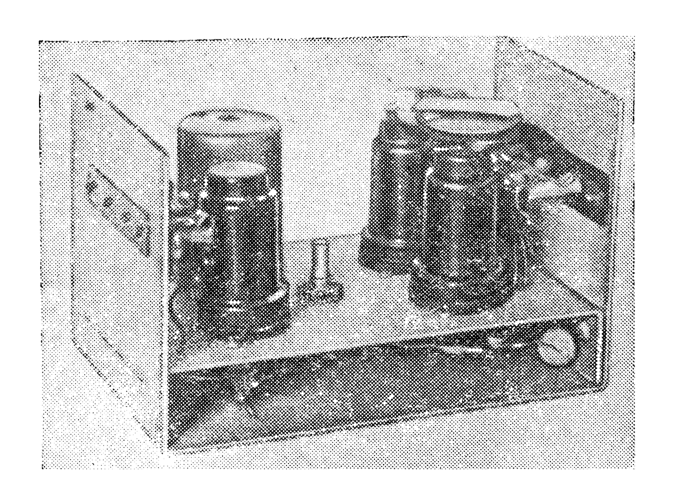
Фиг. 18. Схема частотно-модулированного генератора Ю. И. Медведева.

частоте, а отклонение по вертикали — пропорционально коэффициенту усиления.

Если частота развертки осциллографа будет равна частоте в 50 *гц*, то на экране осциллографа получится изображение исследуемых резонансных кривых.

Для регулировки уровня выхода служит потенциометр R_{13}.

Детали прибора смонтированы на алюминиевом шасси, которое помещено в коробку размером 150 × 100 × 100 *мм* (фиг. 19). На одной торцовой стороне установлено четыре гнезда для подключения питания (200 *в* и 6 *в*), а на другой стороне — гнезда для входа внешнего генератора и выхода прибора.



Фиг. 19. Устройство частотно-модулированного генератора.

При работе с прибором к нему подключают питание от отдельного выпрямителя или используют выпрямитель исследуемого приемника.

К входу прибора присоединяют сигнал-генератор любого типа; частоту генератора устанавливают так, чтобы она была больше или меньше рабочей частоты прибора на величину промежуточной частоты, которую необходимо исследовать. Так, если исследуют каскад усиления промежуточной частоты приемника с частотой в 460 *кгц*, то на сигнал-генераторе устанавливают частоту, равную 1 460 *кгц* или 540 *кгц*, которые

с рабочей частотой прибора (1 000 *кгц*), дадут биения, равные необходимой частоте в 460 *кгц*. Полученная частота биений подается на вход каскадов промежуточной частоты.

ГЕНЕРАТОР КАЧАЮЩЕЙСЯ ЧАСТОТЫ

(экспонат А. Е. Абрамова, Москва)

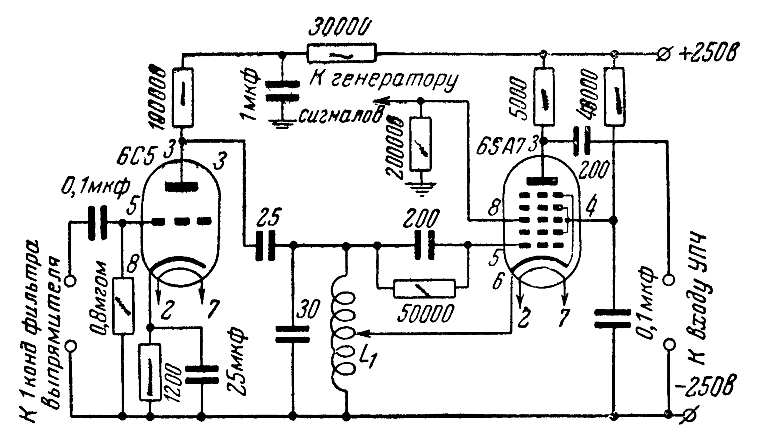
Автор этой конструкции А. Е. Абрамов на 7-й заочной радиовыставке демонстрировал четырехламповый ЧМ-генератор; на 8-ю выставку он представил упрощенный генератор, оформленный в виде приставки к осциллографу.

Генератор качающейся частоты предназначен для настройки контуров высокой и промежуточной частоты в приемнике с помощью осциллографа и сигнал-генератора.

Его принципиальная схема изображена на фиг. 20.

Генератор собран по трехточечной схеме на лампе 6SA7. Приставка имеет всего две лампы и получает питание от настраиваемого приемника. Колебательный контур, настроенный на частоту 1 *мггц* (300 *м*), включен в цепь гетеродинной сетки. Анодом гетеродина служит вторая (экранирующая) сетка. Параллельно контуру включена реактивная лампа (триод 6С5), с помощью которой и производится изменение частоты генератора.

Реактивная лампа управляется пилообразным напряжением, имеющимся на первом конденсаторе фильтра выпрямителя испытываемого приемника. Если выпрямитель двухполу-



Фиг. 20. Схема генератора качающейся частоты А. Е. Абрамова.

периодный, то это напряжение имеет частоту 100 *гц* и амплитуду 5—6 *в*. Это же напряжение можно использовать в качестве развертывающего в осциллографе.

Еще более простая схема получится, если на горизонтальные пластины в качестве развертывающего подать напряжение сети переменного тока. При этом в случае двухполупериодного выпрямителя на экране осциллографа получаются два наложенных одно на другое изображения кривой резонанса исследуемых контуров. Изображения являются зеркальными, так как при синусоидальной развертке луч осциллографа перемещается как слева направо, так и в обратном направлении. Это дает возможность точно отсимметрировать резонансную кривую исследуемых контуров; надо только подрегулировать развертку так, чтобы оба изображения совпадали. При этом становится заметной малейшая несимметричность резонансной кривой.

Наибольшее отклонение частоты генератора от ее среднего значения не превышает 50 *кгц*. Пользуясь только одним генератором качающейся частоты, можно настроить входные (на частоте 1 *мггц*), а также промежуточные контуры приемника. Для настройки контуров длинноволнового и коротковолнового диапазонов необходимо изменить основную частоту генератора. Это изменение производится подачей на управляющую сетку лампы 6SA7 напряжения от сигнал-генератора любого типа такой частоты, которая, смешиваясь с частотой гетеродина (1 000 *гц*), давала бы частоту биений, равную частоте настраиваемого диапазона. Для этой цели можно использовать также гетеродин вещательного приемника.

Данные всех конденсаторов и сопротивлений указаны на схеме. В качестве катушки контура гетеродина взята катушка от антенного фильтра-пробки приемника 6Н1, к которой добавлена обмотка обратной связи из 15 витков ПЭШО 0,1.

2. ГЕНЕРАТОРЫ ЗВУКОВОЙ ЧАСТОТЫ

Генератор звуковой частоты — один из основных измерительных радиоприборов. С его помощью можно быстро и легко наладить и отрегулировать любой усилитель низкой частоты, низкочастотную часть приемника или звукозаписывающей установки. Если же в распоряжении радиолюбителя имеются еще катодный осциллограф и сигнал-генератор, то такой набор дает возможность производить все необходимые измерения и исследования радиоприемников, усилителей и другой радиоаппаратуры.

Существует несколько типов генераторов звуковой частоты. Большое распространение среди радиолюбителей сейчас получили так называемые генераторы класса RC. По качеству работы они не уступают генераторам на биениях, но выгодно отличаются от них своей простотой. Колебательные контуры у генераторов RC заменены сопротивлениями и конденсаторами; всякого рода катушки, фильтры, преобразовательные и буферные каскады в них отсутствуют.

В последнее время радиолюбители внесли в «классическую» схему генератора RC ряд изменений. Это позволило еще больше упростить конструкцию подобных генераторов.

Так, в генераторах класса RC считалось необходимым применение счетверенного агрегата конденсаторов переменной емкости, так как емкость обычного сдвоенного конденсатора оказывается недостаточной. Таких агрегатов, применявшихся ранее в приемниках типа СВД, наша промышленность сейчас не выпускает. Поэтому радиолюбителю приходится применять два сдвоенных агрегата, соединяя их вместе на одной оси. Подобная работа довольно кропотлива и требует от конструктора определенных навыков в слесарном деле.

В описанном ниже экспонате вильнюсского радиолюбителя М. Ц. Столова этот недостаток устранен. Счетверенный агрегат в нем заменен строенным, т. е. таким, который выпускается промышленностью и приобрести который не составляет труда. В результате конструкция упростилась, удешевилась, а габариты прибора уменьшились.

Кроме того, М. Ц. Столов предложил очень простой и хороший метод точной подгонки постоянных сопротивлений под нужную величину. Этот метод может быть применен радиолюбителями при постройке не только генераторов звуковой частоты, но и всякого рода иных приборов и аппаратов.

Ленинградский радиолюбитель Л. И. Кастальский пошел еще дальше по пути упрощения и усовершенствования генераторов класса RC. Он разработал совершенно новый принцип регулирования частоты. В его экспонате агрегат конденсаторов переменной емкости заменен обычным переменным сопротивлением в 1 *мгом*. Таким образом, конструктору удалось исключить из прибора сложную и дорогостоящую деталь и свести всю схему к сочетанию ламп, постоянных сопротивлений, емкостей и одного переменного сопротивления. Несмотря на простоту, такой генератор работает вполне устойчиво и надежно.

ГЕНЕРАТОР НИЗКОЙ ЧАСТОТЫ

(экспонат М. Ц. Столова, Вильнюс)

Принципиальная схема генератора низкой частоты, собранного по схеме RC, приведена на фиг. 21. Генератор состоит из двухкаскадного возбудителя на лампах 6Ж7 и 6Ф6 и усилителя на лампах 6Ф5 и 6V6; блок-схема возбудителя показана на фиг. 22. Генерация осуществляется за счет подачи положительной обратной связи по напряжению через цепь R_1C_1 и R_2C_2. В обычной схеме генератора класса RC емкости конденсаторов C_1 C_2 и сопротивления R_1 R_2 бывают одинаковыми. Между тем, как показывает анализ схемы, приведенной на фиг. 22, соблюдение равенства C_1 и C_2 вовсе не обязательно. Эта схема будет генерировать при любом соотношении названных емкостей.

В описываемой конструкции применен строенный агрегат переменных конденсаторов, причем конденсатор C_1 состоит из двух секций агрегата, соединенных параллельно, а C_2 из одной секции. Сопротивление R_1 попрежнему равно R_2.

Тогда частота генерации схемы подсчитывается по формуле

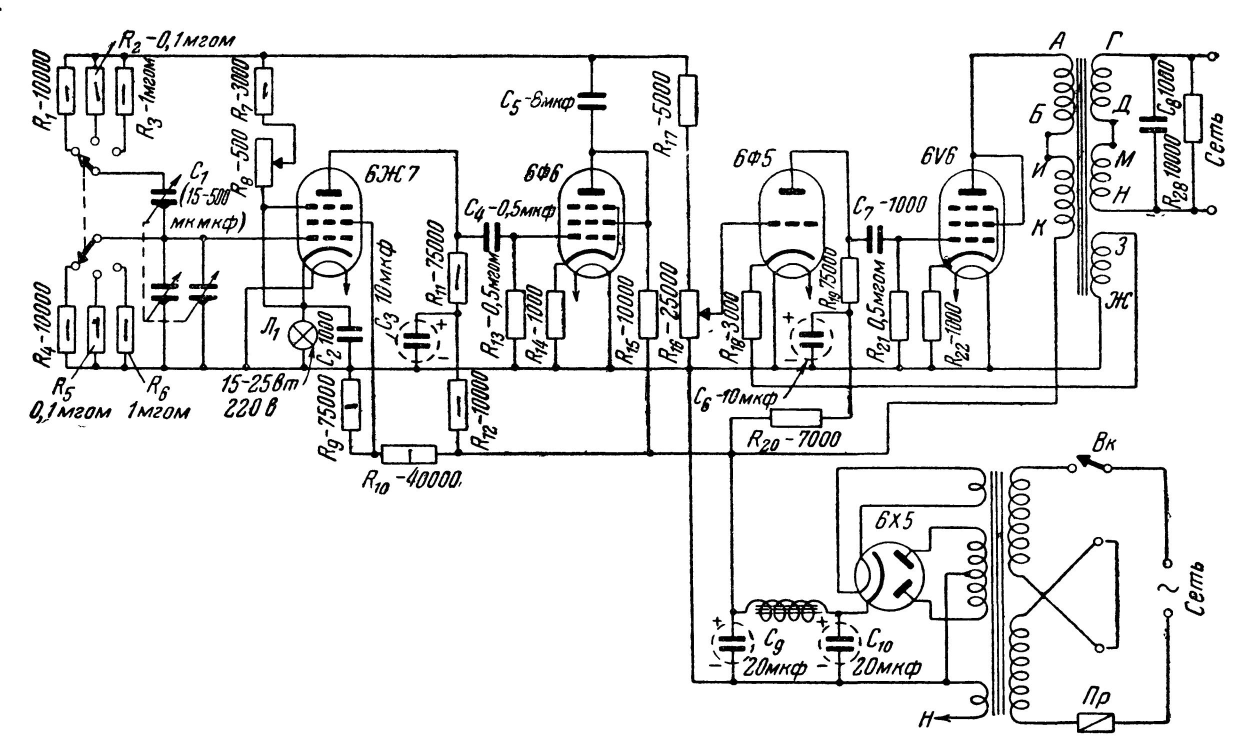
$$f=\frac{1}{2\pi R_1\sqrt{C_1C_2}}.$$

Расчет показывает также, что в этом случае надо увеличить коэффициент усиления схемы с 3 до 4. Практически такое увеличение достигается путем ослабления отрицательной обратной связи, осуществляемой через цепь R_7R_8 и лампочку накаливания $Л_1$, включенную в качестве сопротивления смещения первой лампы (фиг. 21). Это ослабление полезно и в том отношении, что позволяет заменить недолговечную 6—8-ваттную лампочку, применяемую в обычных схемах, 15—25-ваттной лампой накаливания. Для подбора необходимой величины отрицательной обратной связи служит переменное сопротивление R_8.

Генератор имеет три диапазона частот: от 25 до 250 *гц*, от 250 до 2 500 *гц* и от 2 500 до 25 000 *гц*. Плавное изменение частоты колебаний производится с помощью ручки, непосредственно связанной с осью агрегата конденсаторов.

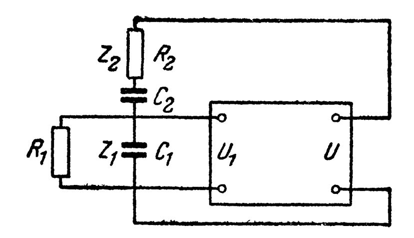
Выходная мощность равна 0,7 *вт*, при напряжении 20,5 *в* на нагрузке в 600 *ом*. Выходное напряжение практически остается постоянным (при определенном положении регулятора выхода) в диапазоне частот до 20 000 *гц*.

Колебания, даваемые генератором, по форме почти не отличаются от синусоидальных в пределах полосы частот до



Фиг. 21. Схема генератора низкой частоты М. Ц. Столова.

15 000 *гц*; форма их незначительно изменяется лишь на более высоких частотах.



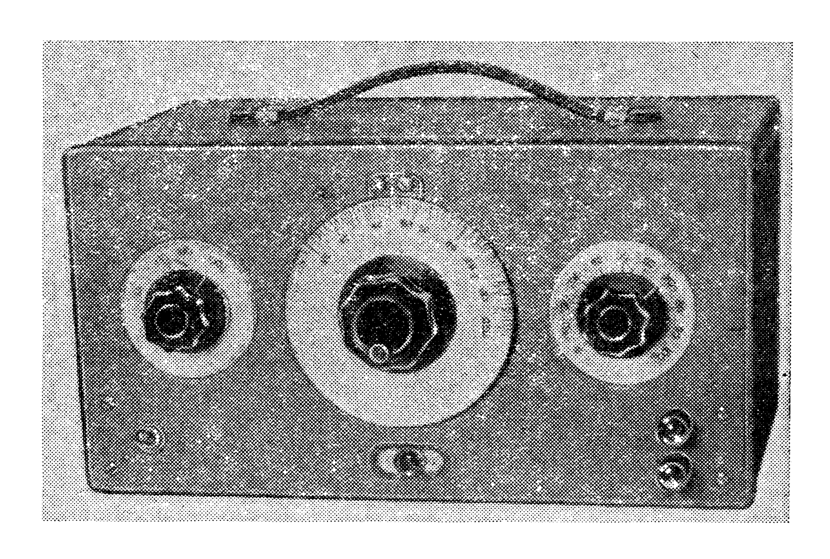
Фиг. 22. Блок-схема генератора низкой частоты.

Габариты генератора: 160×200×300 *мм*, вес 6,3 *кг*. Общий вид его показан на фиг. 23.

Радиолюбители, которые захотят построить подобный генератор, должны учесть следующие особенности конструкции прибора.

Достаточную точность шкалы на всех диапазонах можно получить только при очень хорошей изоляции ламповой панели 6Ж7 и переключателя диапазонов (не меньше 1 000 *мгом*). Величина емкости C_4 должна быть не меньше 0,5 *мкф* и C_5 не меньше 8 *мкф*. Емкость C_2 надо подбирать на частоте 20 000 *гц*.

Чтобы прибор работал стабильно, необходимо обеспечить в нем свободную циркуляцию воздуха. Для этого в нижней стороне ящика, в верхней части его боковых стенок и в шасси надо сделать вентиляционные отверстия. Эффективность вентиляции в готовой конструкции легко проверить опытным пу-



Фиг. 23. Общий вид генератора низкой частоты М. Ц. Столова.

тем, наблюдая, насколько быстро дым папиросы устремляется в вентиляционные отверстия.

Необходимо тщательно намотать выходной трансформатор, а также подобрать величину диапазонных сопротивлений. Эти сопротивления должны быть подобраны с точностью до 1%.

Для устранения фона переменного тока выпрямительную лампу следует заключить в железный экран. Вместо экранировки можно применить металлическую лампу. Надо также надежно заземлить гнезда накала ламповых панелек. Гнездо ламповой панельки, соединяемое с шасси, должно быть ближайшим к первой лампе возбудителя (6Ж7).

При соблюдении этих правил прибор работает безотказно и обеспечивает полную синусоидальность выходного напряжения.

Детали генератора

Выходной трансформатор намотан на сердечнике Ш-26; толщина набора 35 *мм*. Первичная обмотка имеет 4 000 витков провода ПЭ 0,1, вторичная — 900 витков провода ПЭ 0,23, обмотка обратной связи — 390 витков провода ПЭ 0,1.

Намотка трансформатора производится в следующем порядке: сначал наматывают секцию *АБ* первичной обмотки (фиг. 21), затем — секцию *ГД* вторичной обмотки; далее наматывают обмотку обратной связи *ЖЗ*, затем — секцию *ИК* первичной и *МН* вторичной обмотки. Каждая секция первичной обмотки содержит 2 000 витков, а секция вторичной обмотки — 450 витков. Между секциями прокладывают по два слоя лакоткани; кроме того, по одному слою лакоткани прокладывают между каркасом и первой секцией намотки и поверх последней секции.

Чтобы подобрать диапазонные сопротивления с точностью до 1%, проще всего составить их из двух сопротивлений, включенных последовательно. Сопротивления применяются с допусками не выше $\pm$ 5%. При этом значение одного из сопротивлений должно быть близким к нужной величине. Второе сопротивление будет служить только добавочным к первому. Например, нужно подобрать сопротивление 100 000 *ом* (R_1). Сначала подбирают сопротивление в 95 000 *ом* с плюсовым допуском или 100 000 *ом* с минусовым допуском и замеряют его величину с помощью мостика. Предположим, что замер даст величину 96 000 *ом*. Тогда, без дальнейших измерений, добавляют к нему сопротивление с номиналом в 4 000 *ом*. Наибольшее возможное отклонение истинной вели-

чины этого сопротивления от номинальной при 5% допуске составит $0{,}05 \cdot 4\,000 = 200$ *ом*. По отношению к 100 000 погрешность подобранной пары сопротивлений не превысит

$$\frac{200 \cdot 100}{100\,000} = 0{,}2\%.$$

Такой метод подбора диапазонных сопротивлений значительно облегчает и ускоряет изготовление звукового генератора.

ЗВУКОВОЙ ГЕНЕРАТОР КЛАССА *RC*

(экспонат Л. И. Кастальского, Ленинград)

Генератор, построенный Л. И. Кастальским, предназначен для налаживания усилителей низкой частоты.

Обычные звуковые генераторы класса RC представляют собой двухкаскадные усилители с положительной и отрицательной обратной связью, имеющие избирательность по частоте.. Такие генераторы обладают большими преимуществами в сравнении с звуковыми генераторами, работающими по принципу биений. Однако необходимость спаривания элементов, регулирующих частоту, приводит к затруднениям в процессе налаживания генератора и к удорожанию конструкции в целом.

Л. И. Кастальский устранил этот серьезный недостаток применением новой схемы, позволяющей регулировать частоту с помощью лишь одного переменного сопротивления. Предложенная схема имеет еще следующие особенности:

а) В генераторе применена длинная прямоугольная шкала, которая дает возможность отсчитывать частоту диапазона с большим удобством и точностью.

б) При переходе с диапазона на диапазон не приходится возвращать ручку частоты с крайнего положения шкалы в начальное. Это достигается применением схемы коммутации, которая описана ниже.

Технические данные генератора

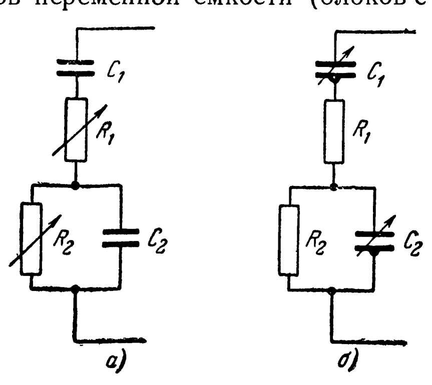
1. Диапазон частот от 100 до 10 000 *гц*.
2. Выходная мощность при нагрузке на телефоны ($R = 4\,000$ *ом*) около 0,5 *вт*.
3. Коэффициент нелинейных искажений не превышает 2,5%.
4. Уход частоты от изменения питающего напряжения на 10% — 0%, а при изменении на 20% — 1,25%.

5. Питание прибора осуществляется от сети переменного тока 110, 127 или 220 *в*.

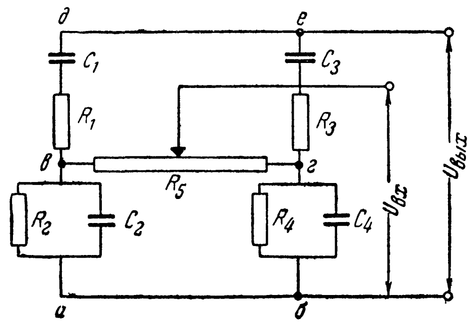
6. Потребляемая мощность около 50 *вт*.

Схема генератора

Изменение частот в схемах генераторов класса RC обычно производится путем одновременного изменения величины сопротивлений или емкостей в последовательной и параллельной цепи, как это изображено на фиг. 24, *а* и *б*. Существенный недостаток этих схем — необходимость спаривания элементов R и C, регулирующих частоту. Второй способ (фиг. 24*б*) требует, кроме того, применения дорогих деталей — конденсаторов переменной емкости (блоков с изолированными роторами).



Фиг. 24. Изменение частоты в генераторе RC.



Фиг. 25. Изменение частоты в звуковом генераторе Л. И. Кастальского.

Автор описываемого экспоната разработал и применил новый способ изменения частоты по диапазону, свободный от указанных недостатков. Изменение частоты производится с помощью лишь одного потенциометра R_5, как указано на фиг. 25.

Генератор, собранный по такой схеме, обходится дешевле обычного. Он проще и в налаживании.

На схеме показаны две обычные электрические цепи, состоящие из R и C, выходные концы которых соединены высокоомным потенциометром. Электрическая цепь *ад* имеет одну критическую частоту, а цепь *бе* — другую. Если движок потенциометра будет

находиться в точке *в*, то частота схемы определяется цепью *ад*; если же движок будет находиться в точке *г*, то частота определяется цепью *бе*.

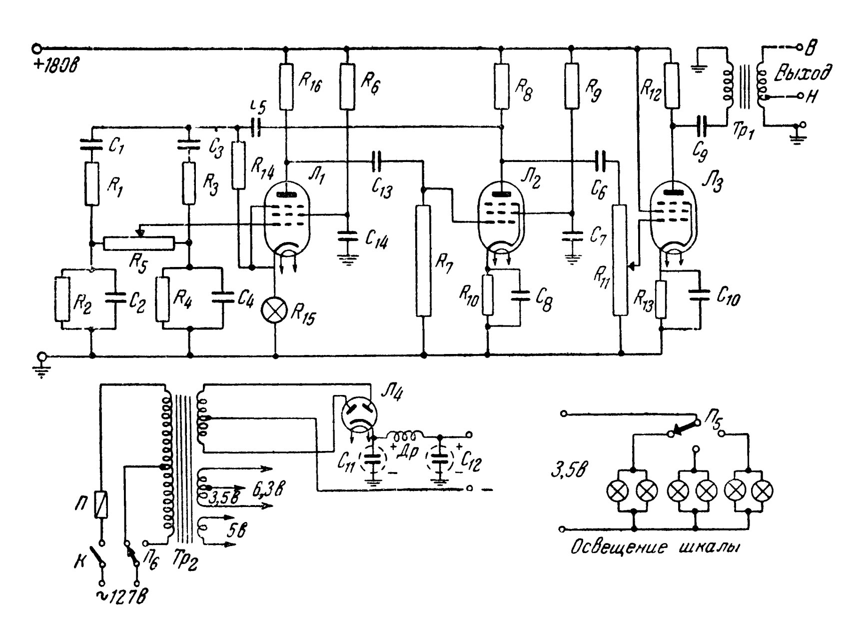
Во всех промежуточных точках потенциометра частота также будет промежуточной между крайними ее значениями. Для устранения вредного взаимодействия между цепями *ад* и *бе* общая величина сопротивления потенциометра должна быть в 5—10 раз выше, чем наибольшая величина сопротивления, использованного в схеме.

Подбирая цепи *ад* и *бе* с резко отличающимися критическими частотами, можно получить генератор, перекрывающий широкий диапазон частот.

Испытание схемы показало, что если сопротивление потенциометра изменяется линейно, то частота изменяется по логарифмическому закону, и наоборот.

Принципиальная схема звукового генератора, построенного по такой схеме, приведена на фиг. 26.

Генератор состоит из двухкаскадного возбудителя, работающего на лампах типа 6Ж7 и 6П3, и усилителя, в котором использована лампа типа 6Ф6.



Фиг. 26. Схема звукового генератора Л. И. Кастальского.

Выбор таких ламп для возбудителя объясняется тем, что для поддержания устойчивых колебаний и повышенной стабильности схемы по частоте необходимо обеспечить достаточную величину положительной и отрицательной обратной связи, а значит, и высокий коэффициент усиления.

Положительная обратная связь на сетку лампы 6Ж7 подается с анода лампы 6П3 через электрическую цепь, состоящую из R_1 и C_1, если движок потенциометра находится в крайнем левом положении, и через цепь R_3 и C_3, если движок в крайнем правом положении. В промежуточных положениях движка потенциометра положительная обратная связь подается через обе эти цепи.

Отрицательная обратная связь подается через сопротивления R_{14} и R_{15}.

Сопротивление R_{15} — нелинейное и представляет собой лампочку накаливания. Оно служит также для стабилизации амплитуды выходного напряжения. При увеличении протекающего через него тока величина его будет расти, а вместе с тем будет расти и величина отрицательной обратной связи. В анодной цепи усилителя $Л_3$ (6Ф6) нагрузка состоит из сопротивления R_{12} и выходного трансформатора, работающего без подмагничивания, что улучшает форму генерируемых колебаний.

Генератор имеет четыре диапазона частот: 1) 100—225 *гц*, 2) 225—900 *гц*, 3) 900—3 000 *гц*, 4) 3 000—10 000 *гц*.

Частота изменяется перемещением движка потенциометра от одного крайнего положения к другому. Переход с диапазона на диапазон осуществляется поворотом переключателей $П_1$, $П_2$, $П_3$ и $П_4$, смонтированных на одной оси.

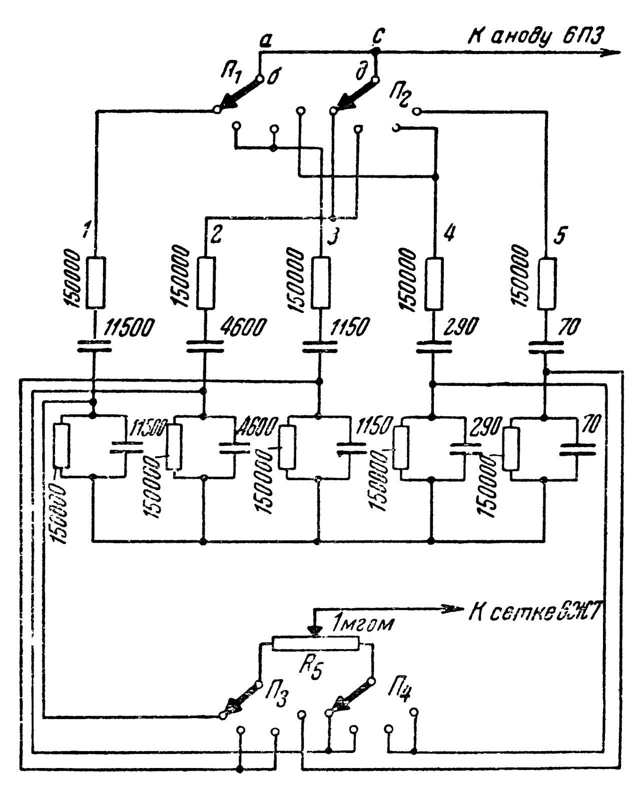
Схема коммутации электрических цепей, состоящих из R и C, при переходе с диапазона на диапазон приведена на фиг. 27.

Отсчет частоты производится по одной из трех шкал, освещенных электрическими лампочками на 3,5 *в*, 0,3 *а* и переключаемых с помощью переключателя $П_5$.

В области низких и средних звуковых частот шкала позволяет производить отсчет через 5 *гц* на 1 диапазоне и через 25 *гц* на 2 диапазоне. Выходное напряжение регулируется потенциометром R_{11}, спаренным с выключателем сети.

Выходной трансформатор имеет высокоомный и низкоомный выходы, что обозначено на передней панели звукового генератора около клемм выхода знаками *В* и *Н*.

Генератор питается от сети переменного тока в 110, 127 *в* или 220 *в*. Переключение с одного питающего напряжения



Фиг. 27. Схема переключения диапазонов в звуковом генераторе Л. И. Кастальского.

на другое осуществляется передвижением рычажка с контакта 127 на контакт 220. Рычажок и контакты находятся на щитке, укрепленном на силовом трансформаторе.

Выпрямитель собран на лампе типа 5Ц4-С по схеме двухполупериодного выпрямления. Фильтр — П-образный. Он состоит из дросселя и двух электролитических конденсаторов.

Данные деталей

Величины R и C для всех цепей настройки рассчитаны по формуле

$$f = \frac{1}{2\pi RC}$$

и обозначены на схеме.

Остальные данные приводятся ниже.

Сопротивления: R_5—1 *мгом*; R_6—50 000 *ом*; R_7—1 *мгом*; R_8—2 500 *ом*; R_9—16 000 *ом*; R_{10}—1 700 *ом*; R_{11}—1 *мгом*; R_{12}—4 000 *ом*; R_{13}—400 *ом*; R_{14}—350 *ом*; R_{15}—коммутаторная лампочка 48 *в*, 90 *ма*; R_{16}=15 000 *ом*.

Конденсаторы: C_5—1 *мкф*; C_6—10 000 *мкмкф*; C_7—0,5 *мкф*; C_8—30 *мкф* (16 *в*); C_9—1 *мкф*; C_{10}—30 *мкф*; C_{11}—10 *мкф*; C_{12}—20 *мкф* (450 *в*); C_{13}—10 000 *мкмкф*; C_{14}—0,5 *мкф*.

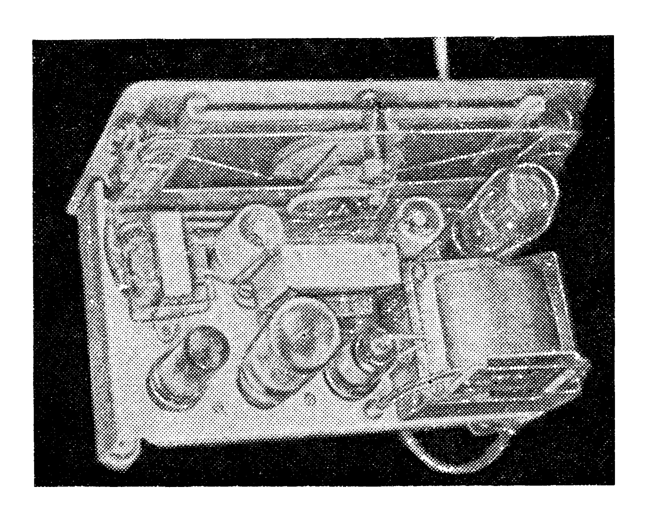
Силовой трансформатор: сердечник Ш-19; сетевая обмотка — 420+310 витков ПЭ 0,4, повышающая обмотка — 2 × 1 010 витков ПЭ 0,15; понижающие — 11 витков ПЭ 0,9 и 25 витков ПЭ 1,1.

Выходной трансформатор: сердечник Ш-12; первичная обмотка — 1 250 витков ПЭ 0,06; вторичные обмотки — 3 250 витков ПЭ 0,06 и 66 витков ПЭ 0,37.

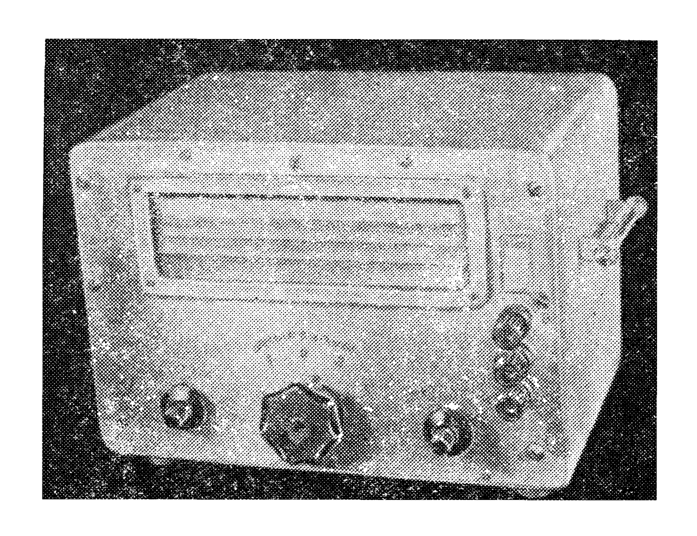
Конструкция генератора

Конструкция генератора показана на фиг. 28 и 29.

Генератор смонтирован на алюминиевом шасси, помещенном в дюралевый перфорированный кожух размерами 260 × 185 × 135 *мм*. На передней панели генератора помещены: окно шкалы, клеммы выходного напряжения, сигнальная лампочка и все три ручки управления (выключатель сети, спаренный с регулятором выходного напряжения; переключа-



Фиг. 28. Внутреннее устройство звукового генератора.



Фиг. 29. Внешний вид звукового генератора.

тель диапазонов и ручка установки частоты). Над каждой ручкой выгравирована соответствующая надпись.

Сверху шасси расположены основные детали генератора, а снизу — вспомогательные. Шкала — прямоугольная с вертикальной стрелкой, которая перемещается с замедлением.

Конструктивно шкала выполнена в виде набора из трех пластин органического стекла (плексигласа) толщиной 5 *мм*, вставленных в алюминиевый держатель. С боков держателя, через просверленные в нем отверстия, шкалы освещаются в торец электрическими лампочками, укрепленными в патронах на алюминиевых стойках, по две лампочки против каждой шкалы.

Сзади кожуха имеется отверстие для доступа к питающей колодке (в случае смены питающего напряжения) и к предохранителю. Ниже находится отверстие для выхода подводящего питающего кабеля.

Детали схемы, состоящие из R и C, расположены в виде набора на двух текстолитовых панельках. Панельки укреплены вертикально внизу шасси генератора и не затрудняют доступа к ламповым панелькам для проверки, например, режима работы генератора.

Благодаря компактной конструкции генератор меньше по габаритам, чем генераторы других типов.

3. ОСЦИЛЛОГРАФЫ

Осциллограф пока еще сравнительно редко можно найти в инвентаре измерительной лаборатории не только радиолюбителя, но даже кружка и радиоклуба. Это — очень полезный прибор, хотя и довольно сложный. Естественно поэтому, что передовые радиолюбители-конструкторы уделяют время и на разработку осциллографов.

Электронный осциллограф применяют при налаживании приемной, усилительной и в особенности телевизионной аппаратуры, а также при исследовании различных процессов, связанных с колебаниями звуковой и высокой частоты. Он позволяет не только измерять, но и непосредственно наблюдать форму тех или иных колебаний.

Хороший осциллограф, так же как и сигнал-генератор, — сложный прибор. Однако, существуют и довольно простые схемы, осуществление которых под силу радиолюбителю средней квалификации.

Одной из таких конструкций является катодный осциллограф, построенный тульским радиолюбителем Б. Е. Пестовым. Кроме выпрямительной лампы и электроннолучевой трубки, в нем всего лишь три лампы. Несмотря на это, он позволяет просто и надежно исследовать различные периодические и апериодические процессы.

Примерно ту же цель — создать возможно более простую конструкцию осциллографа — преследовал и вильнюсский радиолюбитель М. Ц. Столов. Его осциллограф составляет часть разработанного и построенного им низкочастотного комплекта, в который, кроме осциллографа и описанного выше генератора звуковой частоты, входит также ламповый вольтметр. Схема осциллографа хорошо продумана; габариты его весьма невелики. Построить и наладить такой осциллограф не представляет трудностей, а работает он вполне устойчиво.

Особое место в описываемых конструкциях осциллографов занимает прибор, представленный на выставку львовским радиолюбителем Р. Л. Кравцовым. Дело в том, что бо́льшая часть электронных осциллографов, выпускаемых нашей промышленностью, а также описанных в нашей периодической литературе, имеет сравнительно ограниченный диапазон частот — не выше 500 *кгц*, а часто даже не выше 50 *кгц*. В таких осциллографах усиление на более высоких частотах понижается по сравнению со средним его значением, что ограничивает верхнюю границу частотного диапазона осциллографа. Вслед-

ствие этого исследование несинусоидальных процессов, имеющих широкий спектр, создаваемый гармониками, связано с большими трудностями, а иногда становится и вовсе невозможным. Завал частотной характеристики в области высших гармоник исследуемых напряжений нередко совершенно искажает форму несинусоидальной кривой, видимой на экране осциллографа.

Автор описанного здесь прибора Р. Л. Кравцов задался целью построить такой осциллограф, который позволил бы наблюдать колебания с частотой, значительно превосходящей указанный выше предел. Ему удалось создать сравнительно простой и дешевый прибор, у которого верхняя граница неискаженного воспроизведения кривых исследуемых колебаний доходит до 3 *мггц*.

Обычный осциллограф дает возможность наблюдать на экране трубки только один какой-нибудь процесс. В практике исследования радиоаппаратуры нередко этого оказывается недостаточно. Возьмем, к примеру, работу усилителя низкой частоты. Мало знать, что данный усилитель обладает достаточно хорошей частотной характеристикой и имеет необходимый коэффициент усиления. Важно убедиться и в том, что поданный на его вход сигнал усиливается без искажений. Чтобы судить об этом, надо видеть форму сигнала, который подается на вход усилителя, и форму, которую он приобретает после усиления. Иными словами, при таком исследовании желательно иметь два осциллографа, из которых один присоединен ко входу усилителя, а другой — к выходу. Но и этого недостаточно. Чтобы лучше разобраться в форме и характере кривых напряжений, желательно сделать так, чтобы эти кривые оказались наложенными одна на другую, т. е. находились на экране одного и того же осциллографа.

Приборы, отвечающие этому требованию, существуют. Это — так называемые двухлучевые осциллографы. По сути дела это — две электроннолучевые трубки, совмещенные в одной. Естественно, что каждая «половинчатая» трубка должна иметь свои усилители, генераторы разверток и т. п. В результате получается сложное и громоздкое устройство.

Возможно и другое решение такой задачи — применение электронного коммутатора. Он позволяет присоединять осциллограф попеременно то к одному, то к другому источнику напряжения. Эти пересоединения происходят автоматически с весьма большой скоростью, и в результате наблюдатель увидит на экране электроннолучевой трубки одновременно два

изображения. Хотя сейчас электронные коммутаторы достаточно хорошо известны, но в радиолюбительской практике они применяются весьма редко. Вместе с тем для радиолюбителей, имеющих электроннолучевой осциллограф, это очень нужный и полезный прибор.

Именно такой прибор и сконструировал Г. М. Чихиржин. Построенный им электронный коммутатор отличается большой простотой: в нем всего лишь две лампы, и он не содержит каких-либо сложных деталей. Таким образом, он доступен для каждого радиолюбителя, имеющего осциллограф. Описанный электронный коммутатор имеет еще и то достоинство, что он выполнен в виде приставки к осциллографу, т. е. не требует самостоятельного блока питания, а получает его от осциллографа, к которому присоединен.

КАТОДНЫЙ ОСЦИЛЛОГРАФ

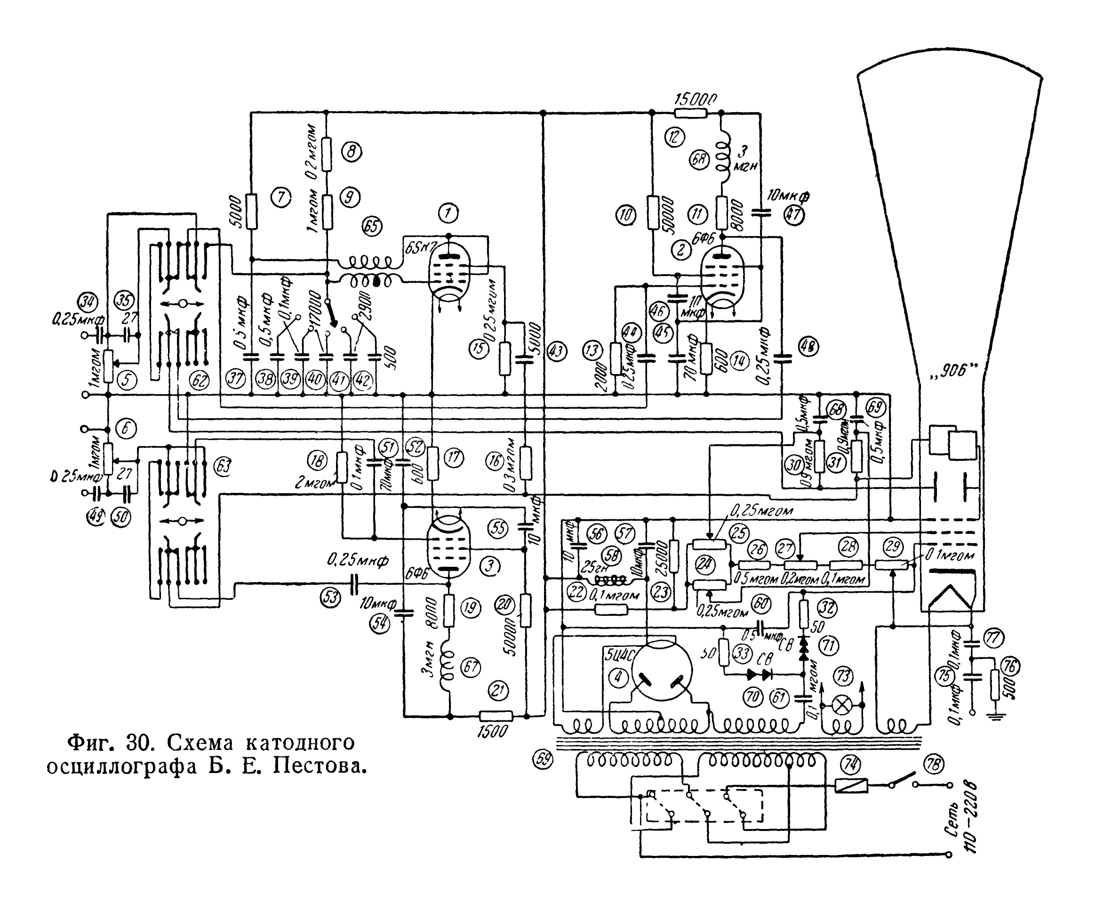
(экспонат Б. Е. Пестова, Тула)

В осциллографе используется электроннолучевая трубка типа 906 (зеленое свечение) или 908 (синее свечение). Схема осциллографа приведена на фиг. 30.

Усилители низкой частоты оси *X* и оси *Y* совершенно одинаковы. Они смонтированы на лампах 6Ф6, работающих в облегченном режиме. Подъем частотной характеристики на высоких частотах достигается введением в анодные цепи ламп дросселей высокой частоты *67* и *68*. Для обеспечения достаточного усиления на низких частотах усилители имеют развязывающие фильтры с конденсаторами *46, 47, 54, 55* емкостью по 10 *мкф* и блокирующие конденсаторы в цепи катодов емкостью по 70 *мкф*.

При первом положении переключателя *62* получается пилообразное напряжение по оси *X* от внутреннего генератора развертки, которое потом усиливается и подается на отклоняющие пластины трубки. При втором положении переключателя *62* входное напряжение подается на вход усилителя и после усиления поступает на отклоняющие пластины оси *X*. При третьем положении переключателя *62* входное напряжение подается без усиления на дефлекторные пластины трубки.

Для изменения рода работы по оси *Y* служит переключатель *63*. При первом его положении входной сигнал подается на усилитель оси *Y* и после усиления — на отклоняющие пластины; при втором положении вход по оси *Y* выключен; при третьем положении входное напряжение подается на отклоняющие пластины без усиления.



Фиг. 30. Схема катодного осциллографа Б. Е. Пестова.

Благодаря такой коммутации осциллограф может быть использован как универсальный прибор.

Для исследования апериодических процессов на вход по оси *X* подается сигнал от внешнего генератора ждущей или единичной развертки. Для нанесения на кривую масштаба времени используется кварцевый или камертонный генератор. Выходное напряжение генератора через дифференциальную цепочку *75, 76* и предохранительный конденсатор *77* подается на управляющий электрод катоднолучевой трубки.

Изображение кривой, наблюдаемое на экране трубки, получается состоящим из коротких штрихов, что дает возможность рассматривать процесс во времени.

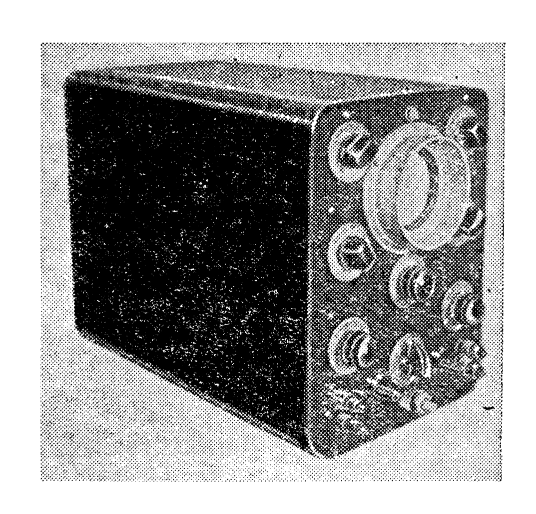
Это представляет большое преимущество по сравнению с осциллографами с механической разверткой, применяемыми сейчас для регистрации апериодических процессов со светочувствительной бумагой, у которых масштаб времени наносится неоновой лампой.

Генератор пилообразного напряжения отличается простотой схемы и обеспечивает надежную синхронизацию сигнала с исследуемыми колебаниями. Он собран по видоизмененной схеме блокинг-генератора. Преимуществами такой схемы являются, во-первых, хорошая форма пилообразного напряжения, что подтверждается практически при фотографировании осциллограмм и, во-вторых, простая коммутация элементов схемы при изменении диапазона частоты развертки. В этом случае переключается всего одна емкость в цепи анода лампы.

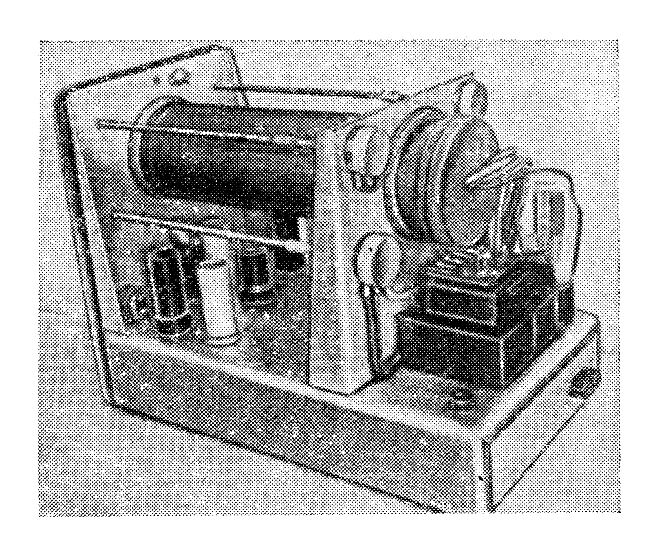
Импульс синхронизации подается на пентодную сетку лампы генератора. Это не вносит искажений в форму пилы и в то же время обеспечивает устройчивую синхронизацию. Кривая держится на экране трубки практически сколь угодно времени. При подаче же сигналов на управляющую сетку, как это рекомендуется в большинстве описаний осциллографов, необходимо большое напряжение, что ведет к искажению формы пилы.

В описываемой конструкции имеются два выпрямителя. Один для напряжения 250 *в* работает на кенотроне 5Ц4С по обычной двухполупериодной схеме; второй служит для питания электродов трубки и дает напряжение в 1 000 *в*. В нем применены селеновые столбики с удвоением напряжения. Преимуществом такой схемы является получение удвоенного напряжения всего при одном вспомогательном конденсаторе *61*, тогда как при схеме Латура их требуется два.

Данные всех деталей приведены на схеме.



Фиг. 31. Общий вид осциллографа Б. Е. Пестова.



Фиг. 32. Внутреннее устройство осциллографа Б. Е. Пестова.

Потенциометры *25*, *24* служат для смещения луча по осям X и Y, а *29*, *27* — для фокусировки и изменения яркости светового пятна. Сигнальная лампа, установленная на передней панели прибора, показывает, что осциллограф включен. Общий вид прибора изображен на фиг. 31, а его внутреннее устройство — на фиг. 32.

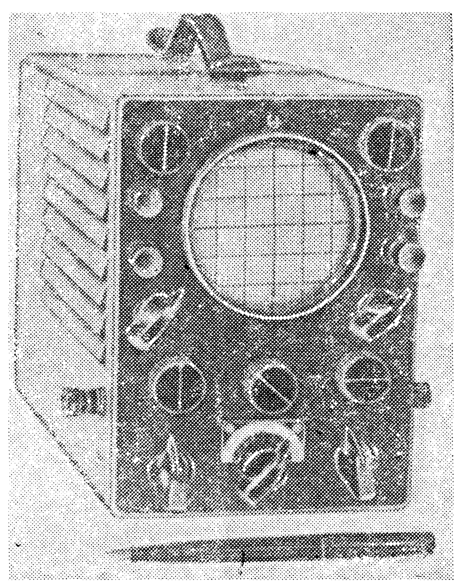
Осциллограф смонтирован на дюралюминиевом шасси. Выпрямители собраны в специальном отсеке. Потенциометры *25*, *24*, *29*, *27* установлены на субпанели, и их удлиненные ручки выведены на переднюю панель.

Катоднолучевая трубка заключена в оксидированный кожух из мягкого железа, предохраняющий от влияния внешних магнитных и электрических полей. На переднем фланце кожуха предусмотрена резьба для крепления фотоаппарата. Он состоит из корпуса аппарата «Турист» с объективом светосилой 1:1,2 и соединительной трубы.

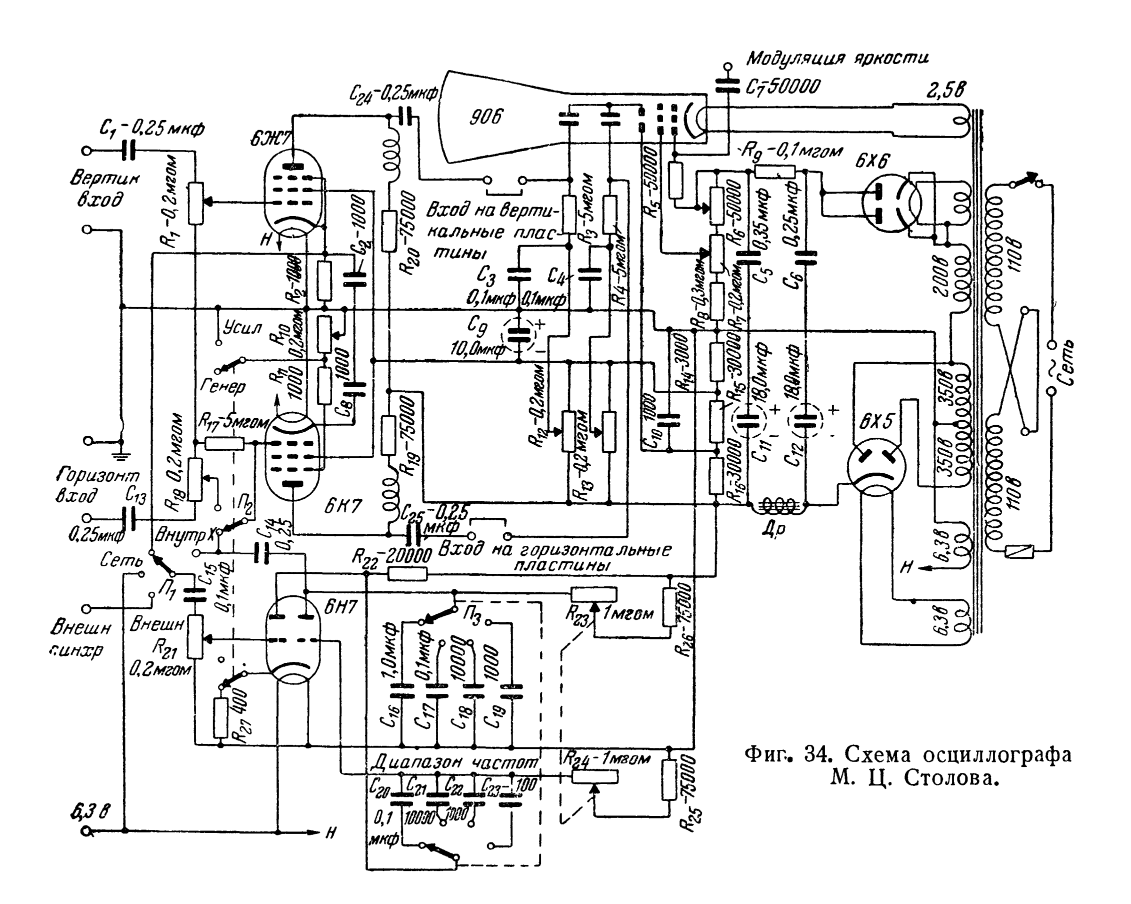
ЭЛЕКТРОННОЛУЧЕВОЙ ОСЦИЛЛОГРАФ

(экспонат М Ц. Столова, Вильнюс)

Осциллограф М. Ц. Столова, несмотря на то, что в нем применена обычная трубка 906 и пять ламп, имеет очень малые размеры (фиг. 33). Схема осциллографа (фиг. 34) со-



Фиг. 33. Общий вид осциллографа М. Ц. Столова.



Фиг. 34. Схема осциллографа М. Ц. Столова.

держит ряд интересных особенностей, о которых говорится ниже.

Генератор развертки собран по схеме несимметричного мультивибратора на лампе 6Н7 и перекрывает диапазон от 2 *гц* до 50 *кгц*.

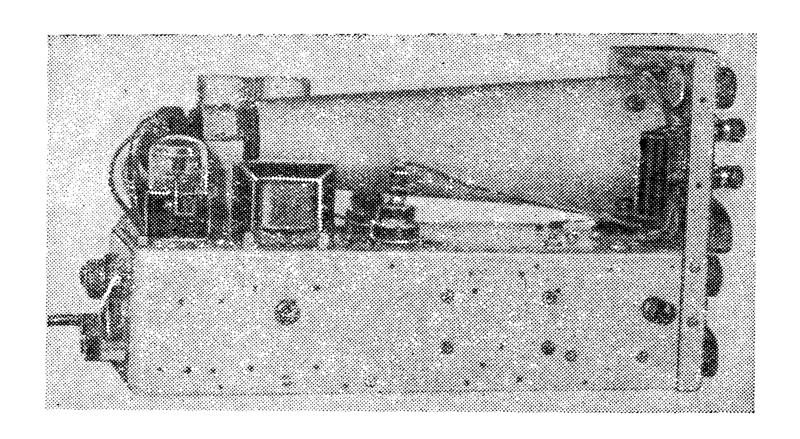
Скачкообразное изменение частоты развертки производится переключателем $П_3$, а плавное — спаренными реостатами R_{23} и R_{24}.

Для синхронизации частоты мультивибратора на сетку левого триода 6Н7 подается напряжение, величина которого регулируется потенциометром R_{21}. Синхронизация осуществляется либо от внешнего источника напряжения, либо от сигнала, усиливаемого горизонтальным усилителем, либо от сети. Переход от одного вида синхронизации к другому производится с помощью специального переключателя $П_1$.

Обычно в осциллографах вход горизонтального усилителя приключается к клемме входа или к генератору развертки. Однако такая схема переключения имеет тот недостаток, что генератор развертки оказывается нагруженным на сравнительно небольшое сопротивление потенциометра, а это ухудшает равномерность развертки. Для того, чтобы получить хорошую равномерность развертки, в описываемом осциллографе применена необычная схема подключения генератора развертки к сетке горизонтального усилителя. Пилообразное напряжение, снимаемое с анода правой части 6Н7, подается через переключатель $П_2$ непосредственно на сетку 6К7. При этом потенциометр R_{18} отключается, а в цепи сетки остается включенным высокоомное сопротивление R_{17} (5 *мгом*). Регулировка ширины развертки (усиление горизонтального усилителя) в этом случае производится изменением смещения, снимаемого в цепи R_{11} — R_{10}. При переключении $П_2$ в положение «усилитель» сопротивления R_{10} и R_{17} закорачиваются, сетка 6К7 подсоединяется к движку R_{18}, а генератор развертки выключается (разрывается цепь катода 6Н7).

Вертикальный усилитель собран на лампе 6Ж7 по обычной схеме. В пределах полосы частот до 50 *кгц* частотная характеристика у обоих усилителей остается равномерной (отклонения не превышают $\pm 10\%$). С бо́льшими отклонениями усилители пропускают полосу частот до 500 *кгц*. Входное сопротивление усилителей 0,25 *мгом*, входная емкость 25 *мкмкф*.

Усилители и генератор развертки питаются от маломощного выпрямителя на лампе 6Х5. Высокое напряжение для трубки 906 подводится от однополупериодного выпрямителя



Фиг. 35. Внутреннее устройство осциллографа.

на лампе 6Х6. Применение в схеме маломощных кенотронов 6Х5 и 6Х6, а также ламп 6Н7 и 6К7, позволило значительно уменьшить вес и габариты силового трансформатора. Все это дало автору возможность создать очень компактную конструкцию (фиг. 35).

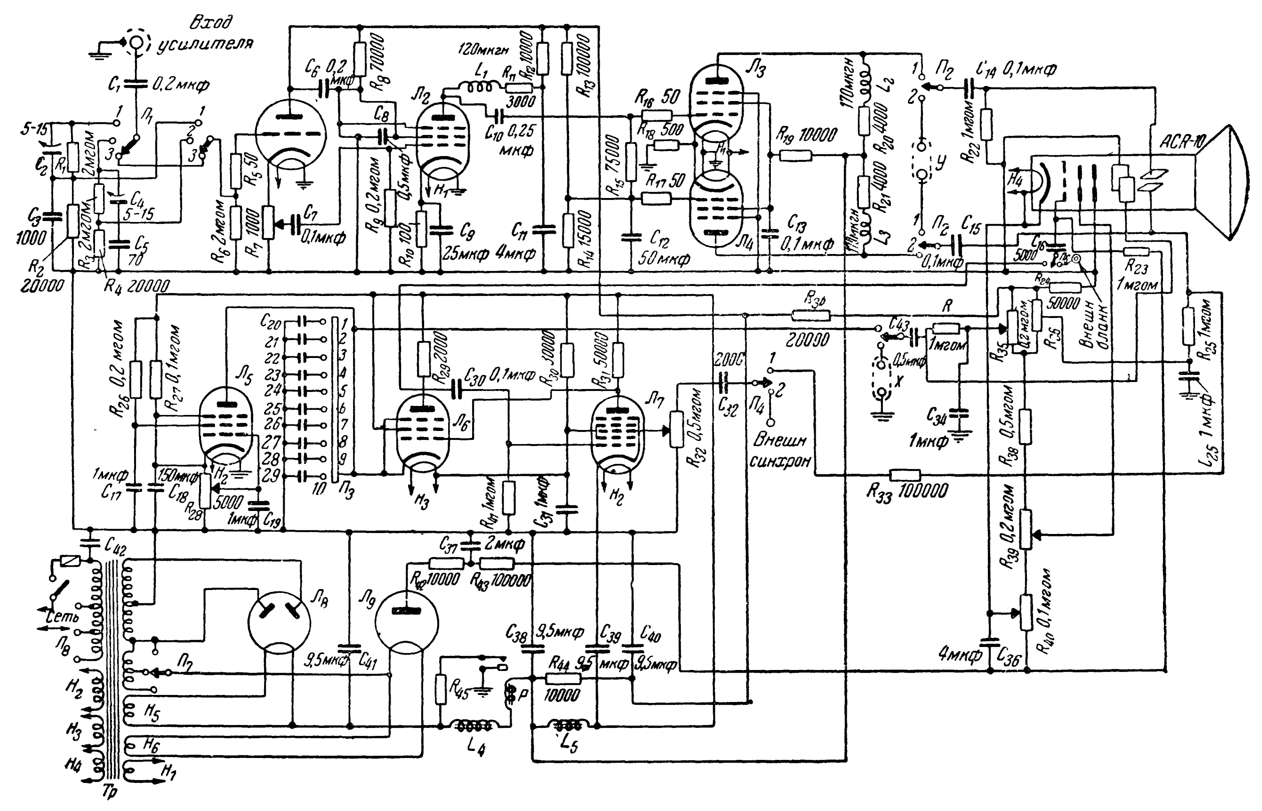
ОСЦИЛЛОГРАФ

(экспонат Р. Л. Кравцова, Львов)

Описываемый осциллограф позволяет наблюдать колебания с частотами от 50 *гц* до 2 *мггц*. При этом частотная характеристика в пределах от 50 *гц* до 2 *мггц* не имеет завалов. На частоте же 3 *мггц* усиление составляет примерно около 0,7 от усиления на участке 50 *гц* — 2 *мггц*.

Схему осциллографа, которая приведена на фиг. 36, можно разделить на четыре части: а) усилитель, б) генератор развертки, в) выпрямитель и г) электроннолучевая трубка со своими цепями питания.

Усилитель состоит из трех каскадов. В первом каскаде использована лампа $Л_1$ (6Ж5); он работает как катодный повторитель. На его входе имеется делитель напряжений с переключателем $П_1$, позволяющим разделять подводимое напряжение в отношениях 1 : 100; 1 : 10; 1 : 1. Паразитные емкости делителя компенсируются конденсаторами C_2, C_3, C_4, C_5, из которых C_2 и C_4 — полупеременные. Катодный повторитель



Фиг. 36. Схема осциллографа Р. Л. Кравцова,

дает возможность применить низкоомный плавный делитель R_7, что снижает влияние входной емкости $Л_2$ на пропускание высоких частот, а также уменьшает внутренние шумы лампы $Л_2$ (6АС7).

В анодной цепи лампы $Л_2$ применена коррекция верхних (L_1) и нижних ($R_{12}C_{11}$) частот.

Оконечный каскад симметричного отклонения электронного луча собран по двухтактной схеме на лампах $Л_3$ и $Л_4$ (6АС7). Перевертывание фазы производится за счет общего катодного сопротивления R_{18}.

Для предотвращения паразитной релаксации в цепях сеток ламп $Л_3$ и $Л_4$ включены сопротивления R_{16} и R_{17}. В анодные цепи этих ламп включены дроссели L_2 и L_3 для коррекции верхних частот.

Выходное напряжение усилителя через переключатель $П_2$ и переходные емкости C_{41} и C_{15} подается на вертикально отклоняющие пластины трубки. При положении переключателя $П_2$ в позиции *2* на пластины через гнезда *У* может быть подано непосредственно исследуемое напряжение, если оно имеет достаточную величину. Максимальная чувствительность осциллографа составляет 200 *мм/в*. Нелинейные искажения усилителя не обнаруживаются при амплитудах, достаточных для полного перекрытия экрана трубки.

Генератор развертки собран по схеме обычного мультивибратора. В нем работают лампы $Л_6$ (6Л6С) и $Л_7$ (6SA7). Что касается третьей лампы $Л_5$ (6К7), то она служит для ограничения разрядного тока конденсаторов C_{20} — C_{29}.

Рабочий ход развертки получается при разряде конденсатора, а обратный ход — при его заряде. Таким образом, во время рабочего хода генератор развертки не потребляет тока от выпрямителя и вследствие этого не влияет на режимы ламп усилителя.

В третью сетку лампы $Л_7$ через потенциометр R_{32} подается часть исследуемого напряжения, которая используется для синхронизации частоты генератора развертки. Такая схема обеспечивает достаточно устойчивую синхронизацию развертки. При установке переключателя $П_4$ в позицию *2* генератор развертки может синхронизироваться любой частотой, которая будет подана на зажим Внешняя синхронизация.

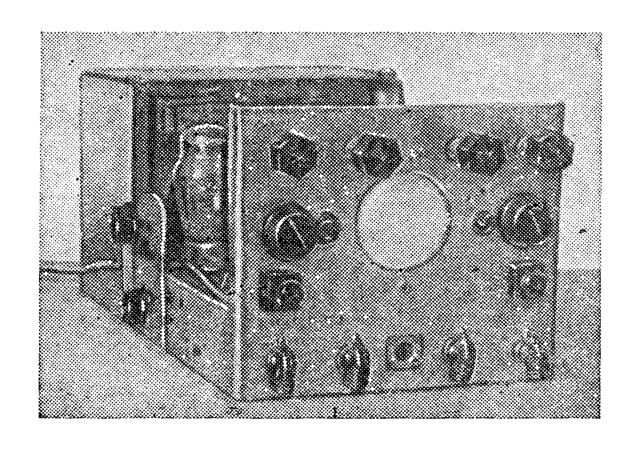
Резкое падение напряжения на аноде лампы $Л_6$ во время обратного хода луча используется для затемнения его на экране трубки.

При повороте переключателя $П_6$ к зажиму Внешний бланк изображение может быть промодулировано по яркости любым приложенным сигналом. Это бывает необходимо при производстве некоторых измерений.

Частота развертки регулируется: скачкообразно переключателем $П_3$ и плавно потенциометром R_{28}. Общий диапазон генератора развертки от 20 до 300 *кгц*.

Выпрямители питаются от общего силового трансформатора *Тр*. Низковольтный выпрямитель, дающий напряжение около 460 *в* на лампе $Л_8$ (5U4), питает усилитель и генератор развертки. Фильтр выпрямителя имеет одну общую ячейку (L_4C_{41}, C_{38}) и две отдельных: для усилителя $R_{44}C_{40}$ и для генератора развертки — L_5C_{39}.

С целью упрощения и удешевления прибора в нем не предусмотрена стабилизация анодного напряжения. Для предупреждения пробоя конденсаторов при включении питания используется балластное сопротивление R_{45}. После разогрева ламп это сопротивление отключается с помощью реле *Р*. Высоковольтный выпрямитель для трубки собран на лампе $Л_9$ (В879) с заземленным плюсом. Нормально выпрямитель питается от одной половины обмотки низковольтного выпрямителя и развивает 460 *в*. В том случае, когда трубка освещается плохо и необходимо повысить яркость изображения, в цепь питания выпрямителя добавляется одна или две добавочные обмотки на 200 *в*, что осуществляется переключателем $П_7$.



Фиг. 37. Общий вид осциллографа Р. Л. Кравцова.

В фильтре высоковольтного выпрямителя установлены сопротивления R_{42}, R_{43} и конденсатор C_{37}.

В данном осциллографе применена трубка типа АСР-10, но она может быть заменена какой-либо другой аналогичной. Потенциометр R_{40} служит для изменения яркости изображения, R_{39} — для фокусировки луча, R_{35} — для смещения луча по горизонтали, а R_{36} — по вертикали.

Конструктивно осциллограф выполнен на двух отдельных шасси. На основном шасси собраны усилитель, генератор развертки, трубка и все органы регулировки. Выпрямитель помещен внутри закрытого железного кожуха и соединен с основным шасси болтами.

Данные деталей приведены на схеме. Общий вид осциллографа показан на фиг. 37.

ЭЛЕКТРОННЫЙ КОММУТАТОР

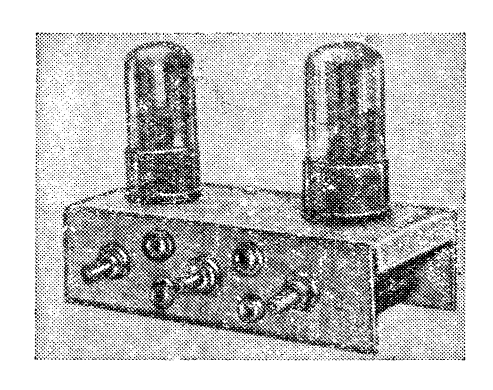
(экспонат Г. М. Чихиржина, Ленинград)

Электронный коммутатор, сконструированный ленинградским радиолюбителем Г. М. Чихиржиным, позволяет получать на экране электроннолучевого осциллографа два независимых изображения формы напряжения или тока.

Коммутатор сконструирован в виде приставки к осциллографу, причем питание его осуществляется от силовой части осциллографа.

Общий вид приставки показан на фиг. 38, а схема — на фиг. 39.

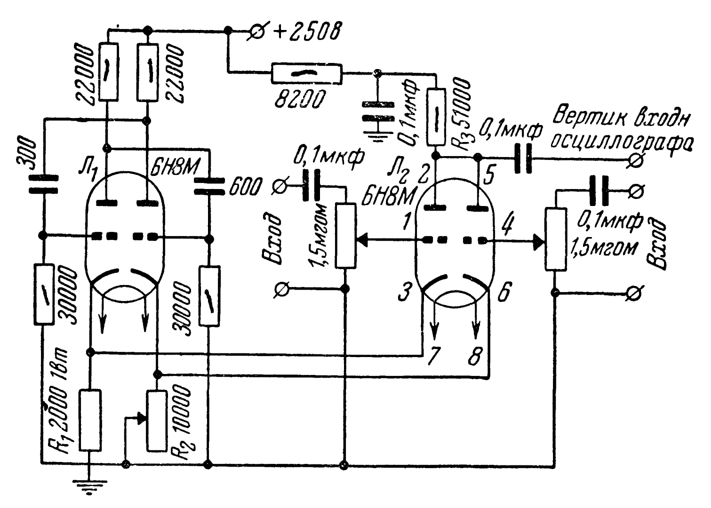
Исследуемые напряжения подаются на управляющие сетки лампы $Л_2$ типа 6Н8М. Аноды обоих ее триодов соединены параллельно и работают на общую нагрузку R_3. Смещение на левый (по схеме) триод подается с сопротивления R_1, а на правый — с реостата R_2, которые включены в цепи катодов лампы $Л_1$ (тоже 6Н8М).



Фиг 38. Общий вид электронного коммутатора Г. М. Чихиржина.

Лампа $Л_1$ работает в схеме симметричного мультивибратора, генерирую-

щего напряжения прямоугольной формы. Эти напряжения, снимаемые с сопротивлений R_1 и R_2, попеременно запирают триоды усилительной лампы $Л_2$. На общей нагрузке R_3 этой

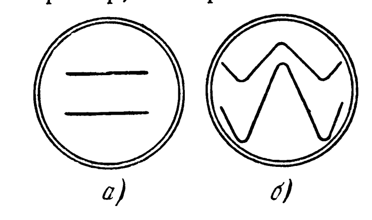


Фиг. 39. Схема электронного коммутатора Г. М. Чихиржина.

лампы появляются попеременно то усиленное левым триодом напряжение с одного входа, то усиленное правым триодом напряжение со второго входа. Эти напряжения через конденсатор 0,1 *мкф* подаются на вертикальный усилитель осциллографа.

Таким образом, во время одного полупериода колебаний мультивибратора на экране трубки развертывается напряжение, подаваемое на первый вход электронного коммутатора, а во время второго полупериода — напряжение, подаваемое на второй его вход. Чередование происходит с частотой, равной частоте колебаний мультивибратора. В случае, когда на оба входа электронного коммутатора поданы колебания различных частот от независимых генераторов, не всегда можно добиться четкой синхронизации развертки осциллографа. Но такое положение на практике встречается очень редко. Почти всегда приходится сопоставлять напряжения, полученные от одного источника (обычно сопоставляют напряжения, имеющиеся в различных точках какой-либо схемы). В этом случае синхронизация работает хорошо и на экране осциллографа получается устойчивое изображение двух кривых.

На обоих входах электронного коммутатора стоят потенциометры, что позволяет сравнивать форму кривых двух напряжений различной величины, например, напряжения на входе и выходе усилителя низкой частоты. При этом легко контролировать искажения, вносимые усилителем, в особенности если совместить обе кривые.



Фиг. 40. Кривые на экране осциллографа.

В тех случаях, когда удобнее рассматривать кривые порознь, их следует сместить по вертикали одну относительно другой. Для этого достаточно изменить величину одного из «запирающих» напряжений, снимаемых с сопротивлений R_1 и R_2 (последнее выполнено в виде реостата). Изменяя величину R_2, можно сдвигать кривые так, как показано на фиг. 40. Величину сдвига кривых можно регулировать также входным потенциометром самого осциллографа (ручка амплитуда *Y*).

Приставка может работать в диапазоне от 30 до 20 000 *гц*. Для расширения диапазона в сторону более высоких частот следует повысить частоту мультивибратора.

Для того, чтобы мультивибратор давал на сопротивлениях R_1 и R_2 прямоугольные импульсы одинаковой длительности, схема его должна быть строго симметрична. Это относится как к величинам сопротивлений и конденсаторов, так и к лампе $Л_1$ — оба ее триода должны иметь строго одинаковые характеристики.

Подобная приставка, имеющая всего две лампы, значительно расширяет возможности использования электроннолучевого осциллографа в любительской и учебной практике.

ПРИЛОЖЕНИЕ

ЧТО НАДО ПОМНИТЬ, СОБИРАЯ СИГНАЛ-ГЕНЕРАТОР

Сигнал-генератор является точным измерительным прибором, и от продуманности его конструкции и тщательности выполнения в сильной степени зависит качество его работы.

В первую очередь сигнал-генератор должен давать вполне устойчивую высокую частоту, и поэтому следует принимать меры к его достаточно стабильной работе.

На генерируемую частоту заметно влияет колебание напряжения осветительной сети. Поэтому во избежание такого явления желательно применение в выпрямительной части стабилизаторов типа 75С5-30, 105С5-30 или 150С5-30. При изменении текущего через них тока в пределах от 5 до 30 *ма* они сохраняют на своем аноде рабочее напряжение постоянным в пределах $\pm$ 1—2 *в* Обычно помимо анода генераторной лампы от такого стабилизированного напряжения питаются также и экранные сетки ламп. При необходимости питать большое количество ламп стабилизаторы можно включать параллельно с таким расчетом, чтобы на каждый из них приходился ток нагрузки не более 20—25 *ма*.

Включая стабилизаторы последовательно в различных комбинациях можно получать стабилизированные напряжения в 180, 225, 300 *в* и т. д

При налаживании построенного сигнал-генератора режим его ламп рекомендуется подбирать так, чтобы он был облегченным. Ни в коем случае нельзя заставлять работать нить лампы с перекалом; лучше всего подавать на нить напряжение примерно на 10—12% меньше номинального. Точно так же не следует подавать большое напряжение на анод и экранную сетку. При таком облегченном режиме лампа будет без смены работать весьма продолжительное время, и тем самым не потребуется дополнительной градуировки прибора, что в некоторых случаях приходится делать при смене ламп. Кроме того, при облегченном режиме лампа будет более устойчиво генерировать частоту.

Важное требование, которое предъявляется к сигнал-генератору, — это отсутствие у него пролезания высокой частоты помимо специально предназначенного для этого вывода. Пролезание частоты получается через шнуры питания или непосредственно из генератора при плохой его экранировке. Поэтому в шнуры питания рекомендуется включать фильтры, как это, например, сделано в «Генераторе стандартных сигналов» К. В. Кравченко. Сам же генератор, а также и все высокочастотные провода и детали следует тщательно экранировать, применяя для этого достаточно толстые металлические листы.

Подводка же высокой частоты от генератора к налаживаемому приемнику во избежание излучения должна осуществляться экранированным высокочастотным проводом.

Для того чтобы расширить возможности применения сигнал-генератора и производить с ним не только настройку аппаратуры, но и измерения, его желательно снабдить скачковым и плавным делителями напряжения и катодным или селеновым вольтметром. Скачковый делитель напряжения должен быть декадного типа, т. е. при каждом переключении изменять выходное напряжение в 10 раз.

Плавный делитель напряжения должен быть непроволочным, так как проволочный обладает индуктивностью и поэтому для данных целей непригоден.

В тех случаях, когда сигнал-генератор предназначается для работы на частотах ультракороткого диапазона, в качестве ступенчатого лучше применять емкостный делитель напряжения.

В заключение следует остановиться на конструкции переключателя диапазонов для контурных катушек высокочастотного генератора. Некоторые радиолюбители в своих конструкциях применяют переключатели в виде вращающегося барабана, внутри которого помещены контурные катушки, а концы от последних выведены к контактам, расположенным на поверхности барабана. Вращая барабан, можно поочередно присоединять контурные катушки к контактным пружинам, соединенным с настроечным конденсатором и другими частями схемы.

Необходимо отметить, что выполнить достаточно хорошо такой переключатель и получить от него надежную и устойчивую работу в радиолюбительских условиях весьма трудно. Часто получается, что спустя короткий промежуток времени подобный переключатель перестает обеспечивать необходимый контакт, и сигнал-генератор выходит из строя. Поэтому радиолюбителю следует рекомендовать применять переключатель обычного дискового типа.

РАБОТА С ОСЦИЛЛОГРАФОМ

В радиолюбительской практике осциллограф применяется главным образом для визуальных наблюдений за формой кривых напряжения. Однако в действительности область применения осциллографа значительно шире, и им наряду с визуальными наблюдениями можно пользоваться для различного рода измерений.

Измерение напряжений

Электронный осциллограф может быть использован в качестве пикового вольтметра. Для этого составляют график зависимости отклонения луча от величины поданного на вход напряжения при различных положениях регулятора усилителя.

Если измеряемое напряжение приложить ко входу вертикального усилителя, и одновременно с этим напряжение развертки уменьшить до нуля, то на экране получится светящаяся вертикальная линия, пропорциональная величине измеряемого напряжения, взятого между противоположными пиками. Точную величину напряжения измеряют, пользуясь для этого составленным графиком.

Так как обычно усилитель, на который подается измеряемое напряжение, имеет завал на очень высоких частотах, то на этих частотах действительная величина напряжения будет больше той, которая отметится лучом на экране трубки. Поэтому во избежание ошибки при измерении на очень высоких частотах напряжение должно быть подано непосредственно на отклоняющие электроды трубки

Измерение надо производить после того, как луч будет установлен в центре трубки, так как чувствительность трубки на краю экрана меняется.

Измерение фазы

Если к отклоняющим электродам трубки приложить два напряжения, одниаковые по частоте и фазе, то в результате на экране появится прямая линия, наклоненная к горизонтали под углом 45°. Если же поданные на трубку колебания отличаются по фазе, то линия превращается в эллипс, переходящий в окружность при сдвиге фаз, равном 90°. Таким образом, прямая линия показывает, что два колебания находятся в фазе или сдвинуты на 180°, а окружность, — что разность фаз составляет 90° или 270°, в зависимости от способа подключения напряжений к осциллографу. Эллипсы же различного эксцентриситета показывают отношение фаз двух сигналов.

Измерение частот

Для того, чтобы измерить частоту, напряжение этой частоты подается на одну пару отклоняющих электродов, а ко второй паре присоединяется генератор калиброванных частот. Далее меняют частоту генератора до тех пор, пока на экране трубки не появится неподвижное изображение. Если это изображение представляет собой прямую линию или эллипс, то частота генератора равна частоте исследуемого напряжения.

Измерение глубины модуляции

Если подать модулированное напряжение на отклоняющие пластины трубки, то можно измерить процент модуляции. Развертка на экране получается по времени с помощью генератора развертки самого осциллографа. Полученная на экране фигура модулированного напряжения будет иметь $E_{макс}$ (расстояние между выступами фигуры) и $E_{мин}$ (расстояние между впадинами фигуры). Измеряя расстояние $E_{макс}$ и $E_{мин}$ и подставляя их в формулу $м \frac{E_{макс} - E_{мин}}{E_{макс} + E_{мин}} \cdot 100$, можно определить глубину модуляции в процентах.

2. Выходное напряжение высокой частоты сигнал-генератора при помощи делителя может изменяться от 4 *мкв* до 20 *мв*. Градуировка шкалы выхода произведена на одной частоте (40 *мггц*) в величинах напряжений, измеренных на ненагруженном конце кабеля.

При включении дополнительного делителя на конце высокочастотного кабеля на выходе дополнительного делителя получаются напряжения, равные примерно одной десятой части.

3. Точность калибровки выходного напряжения, не зависящая от частоты, лежит в пределах ±25% для напряжений выше 40 *мкв* и 40% для напряжений ниже 40 *мкв*.

4. Модуляция. В приборе предусмотрена возможность четырех видов работы:

а) Амплитудная модуляция от внутреннего генератора с частотой 1 000 *гц* ±10% при глубине модуляции от 10 до 60%.

б) Амплитудная модуляция от внешнего генератора в диапазоне частот от 100 до 20 000 *гц*. В этом случае усилитель низкой частоты, подключенный к зажимам «внешняя мод», дает нелинейность не более ±5 *дб* по диапазону.

Точность градуировки по проценту модуляции ±20%. Градуировка по проценту модуляции произведена при установке частоты высокочастотного генератора на 40 *мггц*.

в) Импульсная модуляция осуществляется от внешнего импульсного генератора, подключаемого к специальной коаксиальной фишке.

г) Предусмотрен также род работы немодулированными высокочастотными колебаниями.

5. Питание прибора. Прибор питается от сети переменного тока напряжением 110 или 220 *в* при частоте 50 *гц*.

Выпрямленное напряжение стабилизировано с помощью ионного стабилизатора типа 150С5-30. Допустимые колебания напряжения сети составляют соответственно от 90 до 130 и от 190 до 240 *в*.

При необходимости изменения напряжения питания требуется произвести перепайку выводов на силовом трансформаторе. Для напряжения 110 *в* обе половины сетевой обмотки соединяются параллельно, а для 220 *в* — последовательно.

Цена 2 р. 25 к.